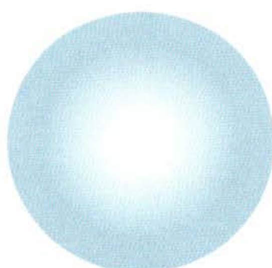
راهنمای خریداران و کاربران تلسکوپ‌ها و دوربین‌های نجومی

جیمز مالِنی

مترجم: شادی حامدی آزاد

راهنمای

خریداران و کاربران
تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی



گردآورنده: جیمز مالِنی
مترجم: شادی حامدی آزاد

سرشناسه	: مالنی، جیمز Mullaney, James
عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای خریداران و کاربران تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی/گردآورنده جیمز مالی ؛ مترجم شادی حامدی‌آزاد.
مشخصات نشر	: تهران: حامی، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	: ۲۰۸ص.:مصور.
شابک	: ۱۲۰۰۰۰ ریال :978-600-5962-23-9
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی:,A buyer's and user's guide to astronomical telescopes and binoculars 2007.
موضوع	: تلسکوپ‌ها-- کتاب‌های راهنما.
موضوع	: تلسکوپ‌ها-- دستنامه‌های آماتوری.
موضوع	: دوربین‌های دو چشمی -- کتاب‌های راهنما.
موضوع	: دوربین‌های دو چشمی -- دستنامه‌های آماتوری.
شناسه افزوده	: حامدی آزاد، شادی، ۱۳۵۹ - ، مترجم
رده بندی کنگره	: QB۸۸/م۲ر۲ ۱۳۸۹
رده بندی دیویی	: ۵۲۲/۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۲۴۵۴۸۹


انتشارات حامی

راهنمای خریداران و کاربران تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی

گردآورنده: جیمز مالِنی

مترجم: شادی حامدی آزاد

طراح و صفحه‌آرا: مهرنیا احمدی

ناشر: انتشارات حامی (۲۲۱۲۶۷۰۱ - ۰۹۱۲۱۹۶۲۷۱۶)

چاپ و صحافی: صنعت شرق/ جدی

نوبت چاپ: اول (بهار ۱۳۸۹)

شمارگان: ۳۰۰۰

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

مؤسسه‌ی آسمان شب: تهران، خیابان شریعتی، سه راه ضربخانه، خیابان گل نبی، میدان کتابی، خیابان جلفا، پلاک ۴۹ جدید

تلفن: ۲۲۸۸۸۴۸۰ و ۲۲۸۸۸۲۷۸ و ۲۲۸۵۳۴۲۰ فکس: ۲۲۸۵۳۴۹۱

فروشگاه آسمان شب: تهران، خیابان ولیعصر، بالاتر از میدان ونک، بلوار میرداماد، بعد از موزه‌ی دفینه، پلاک ۳۱۰، واحد ۴۱

تلفن: ۸۸۶۶۰۸۸۶ و ۸۸۸۷۹۳۴۱ و ۲۲۸۵۳۴۲۰

www.telescope.ir info@telescope.ir



طبیعت آسمان شب

نجوم برای همه


عکس از بابک امین تفرشی

«*طبیعت آسمان شب*» مجموعه‌ای علمی و فرهنگی است که از مهر ۱۳۸۱ شروع به فعالیت کرده است. ایده‌ی پیدایش چنین مجموعه‌ای از آنجا شکل گرفت که پس از دوره‌ی طولانی رکود نجوم در ایران، به همت جمعی از اخترشناسان جوان، باری دیگر علاقه به اخترشناسی به مرور در میان ایرانیان رواج پیدا کرد. افزایش علاقه‌مندان به نجوم و نبودن جایی برای گردهم‌آیی و تبادل افکار، همچنین کمبود شدید ابزارهای نجومی و رصدی باعث شد تا جای خالیِ چنین مجموعه‌ای کاملاً احساس شود.

نخستین تلاش‌های مجموعه‌ی *طبیعت آسمان شب* در ابتدا بیشتر صرف تهیه و عرضه‌ی تلسکوپ‌ها و ابزارهای نجومی با قیمت و کیفیت گوناگون شد. واردات ابزارهای نجومی به صورت کلی و ایجاد اطمینان و جلب اعتماد شرکت‌های معتبر بین‌المللی باعث شد کم‌کم بازار اپتیک‌های رصدی ایران دچار تحولی شگرف شود.

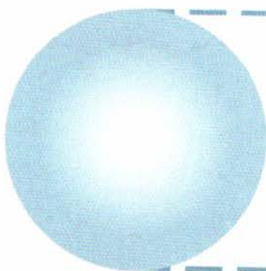
حالا عرضه‌ی ابزارهای نجومی چنان تنوع و گسترش یافته که در بسیاری از مواقع رصدگران برای انتخاب ابزار مناسب خود دچار سردرگمی می‌شوند. مجموعه‌ی *طبیعت آسمان شب* بسیاری از این ابزارها را نخستین بار وارد بازار ایران کرده است؛ برای مثال نخستین آسمان‌نمای دیجیتال ایران را در سال ۱۳۸۷ در استان زنجان نصب کرد و نخستین دوربین‌های دوچشمی سکه‌ای را به ایران (برج میلاد) آورد.

مجموعه‌ی *طبیعت آسمان شب* در کنار تهیه و ارایه‌ی ابزارهای نجومی، مکانی برای گردآوری انواع کتاب‌ها و نرم‌افزارهای نجومی ایرانی و خارجی شد. حالا در این مجموعه‌ی ارزشمند بیش از ۲۰۰ عنوان کتاب نجومی به زبان فارسی و انگلیسی، معتبرترین مجله‌های بین‌المللی اخترشناسی در دنیا، ۳۰ عنوان از جدیدترین نرم‌افزارهای نجومی، نرم‌افزارهای معتبر نجومی تولید شده در ایران، انواع ماکت‌ها و پوسترهای نجومی، تلسکوپ‌ها و لوازم جانبی آن‌ها، ۱۲۰ عنوان فیلم مستند نجومی و فضایی، دوربین‌های دوچشمی و تک‌چشمی، و شهاب‌سنگ‌ها گردآوری شده است.

بخش یکم

خریدن تلسکوپ و دوربین دوچشمی





فصل ۱

مقدمه

بیش از آنچه به چشم می‌آید

این کتاب راهنمای عملی مؤثری برای انتخاب و استفاده از تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی برای رصد آسمان است. اما نباید به این وسایل به چشم ابزارهایی نگاه کنید که می‌خواهید به مجموعه‌ی دارایی‌های فنی مدرن خود بیفزایید. اگر درست قضاوت کنیم، آن‌ها واقعاً ابزارهایی جادویی‌اند؛ زیرا به معنای واقعی کلمه «فضاپیماهای ذهن»، «ماشین‌های زمان»، و «پنجره‌هایی به آفرینش» هستند که به کاربران خود فرصت می‌دهند در عالم هستی سیر کنند.

این خطوط از ویلیام وُردزوُرث[1] بخشی از هیجانی را منتقل می‌کند که دیدن تلسکوپی نشانه‌رفته به سوی آسمان معمولاً برمی‌انگیزد:

> *این ازدحام برای چیست؟ اینجا چه داریم! نباید نادیده از کنارش بگذریم؛ تلسکوپی تنظیم‌شده و نشانه‌رفته به سوی آسمان.*

همین‌طور که توضیحات و پیشنهادات صفحه‌های بعدی را می‌خوانید در وهله‌ی نخست در ذهن داشته باشید که سرانجام در انتخاب و استفاده از این ابزارهای جذاب چه شگفتی‌هایی را خواهید دید. شاید بخواهید برای حفظ این دورنما گه‌گاهی به فصل نتیجه‌گیری مراجعه کنید و درباره‌ی مطالب آن دقیق‌تر بیندیشید.

۱- William Wordsworth

ابزارهای نو در برابر ابزارهای دست‌دوم

هرچند این کتاب درباره‌ی انتخاب و استفاده از تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی است که به‌صورت تجاری ساخته شده و در دسترس‌اند، باید به نکاتی درباره‌ی تجهیزات دست‌دوم نیز اشاره کنیم. معمولاً می‌توان در بازار، تلسکوپ یا دوربین دوچشمیِ دست‌دوم را با کسری از قیمت نو آن پیدا کرد که این به شما امکان می‌دهد ابزاری را تهیه کنید که شاید در حالتی دیگر از عهده‌ی خریدش بَر نیایید. اما نکته‌ی منفی ماجرا این است که دیگر ضمانتی درباره‌ی کیفیت اُپتیکی یا مکانیکی آن ابزار وجود ندارد، مگر این‌که بتوانید پیش از خرید کاملاً آن را از هر نظر امتحان کنید. برای ابزارهایی که از اینترنت و به‌صورت آن‌لاین آن‌ها را می‌خرید طبیعتاً چنین امکانی وجود ندارد. در چنین حالتی می‌توانید بیعانه‌ای قابل توجه به فروشنده پیشنهاد کنید و از او بخواهید که باقی مبلغ را پس از دریافت و بررسی ابزار از شما بگیرد (البته با توافق بر سر این‌که در صورت وجود هر مشکلی تلسکوپ را بازپَس می‌فرستید و باید پول شما را پس بدهد). بهترین حالت این است که ابزارهای دست‌دوم را در فاصله‌ی مناسبی از شهرتان –و ترجیحاً از یکی از اعضای گروهی نجومی– بخرید تا بتوانید پیش از خرید آن را امتحان کنید. در کنار بررسی لوله و پایه به دنبال هرگونه آسیب فیزیکی، باید همچنین عملکرد اُپتیکی ابزار را



شکل۱-۱

حتی تلسکوپی کوچک، با اُپتیک خوب، یک عمر در رصد اجرام آسمانی به رصدگرانی از هر سنّ خدمت می‌کند. در این تصویر یک تلسکوپ ۲٫۴ اینچی (۶۰ میلی‌متری) شکستی را می‌بینید که مدت‌ها محبوب‌ترین تلسکوپ در دنیا بوده است (و هنوز هم هست).

نیز به‌دقت، با استفاده از آزمایشی که جلوتر در همین فصل شرح می‌دهیم، آزمایش کنید.

تلسکوپ‌های دست‌دومی که معمولاً بیشترین خریدار را دارد عبارتند از،
شکستی‌های مدل Unitron ساخت پیش از سال ۱۹۸۰ (به‌ویژه ۲٫۴ و ۳ اینچی)
بازتابی‌های Criterion Dynascope (به‌ویژه ۶ اینچی)
بازتابی‌های Cave Astrola (همه‌ی مدل‌ها)
بازتابی‌های Optical Craftsmen (به‌ویژه ۸ اینچی)
مدل Fecker Celestar (بازتابی ۴ اینچی)
نخستین مدل‌های ماکستوف-کاسگرین ۳٫۵ اینچی Questar

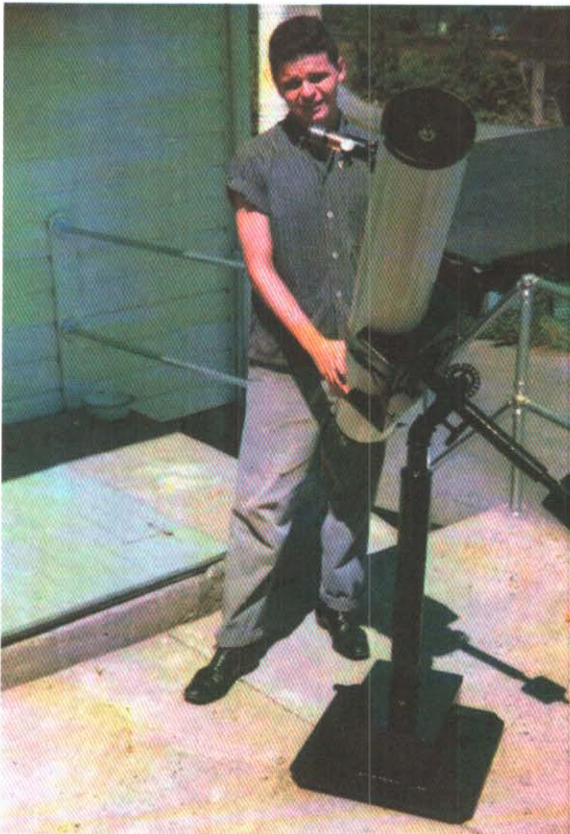
همچنین باید به مدل‌های کلاسیک شکستی «آنتیک» ساخته‌ی دست استادان گذشته، همچون اَلوَن کلارک[۱]، جان براشیر[۲]، و کارل زایس[۳]، اشاره کنیم. این تلسکوپ‌ها، به‌جز مدل‌های Unitron و Questar، سال‌هاست که از خط تولید سازندگان تلسکوپ خارج شده‌اند و به این ترتیب جزئی از گنجینه‌ی مجموعه‌داران محسوب می‌شوند. اگر اتفاقاً یکی از این گوهرها را در اختیار دارید -یا می‌توانید یکی را با قیمتی مناسب بخرید- خودتان را بسیار ثروتمند بدانید!

تلسکوپ خودتان را بسازید

مانند خرید ابزارهای دست‌دوم، باید به نکاتی نیز درباره‌ی امکان ساخت تلسکوپی برای خودتان اشاره کنیم. (دوربین‌های دوچشمی اینجا در نظر گرفته نشده‌اند، زیرا قیمت آن‌ها بسیار پایین‌تر از تلسکوپ است و سرهم کردن قطعات‌شان آنقدر دشوار که ارزش وقت و تلاش برای این کار را ندارد.) و اینجا باید به تفاوت میان ساختن و سرهم کردن تلسکوپ اشاره کنیم. اولی هنر کهن و به همان اندازه وقت‌گیر ساختن اجزای اُپتیکی (معمولاً آینه‌ی اصلی بازتابی‌ها و عدسی شیئی شکستی‌ها) است. باوجود عدسی‌ها و آینه‌های باکیفیتی که امروزه به‌کمک ماشین‌ها تولید انبوه می‌شوند و با قیمتی منطقی به‌طور گسترده در دسترس‌اند، بیشتر «تلسکوپ‌سازان» به طرف کار دوم -یعنی سرهم کردن تلسکوپ- روی آورده‌اند؛ یعنی اجزای اُپتیکی را می‌خرند و بقیه‌ی تلسکوپ را می‌سازند. این موضوع به‌ویژه در تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی بسیار محبوب با قطر آینه‌ی زیاد، که در فصل ۵ بررسی شده‌اند، صدق می‌کند. (منبعی بسیار عالی در این زمینه کتاب *تلسکوپ خودتان را بسازید*[۴] نوشته‌ی ریچارد بِری[۵] و منتشرشده در سال ۲۰۰۱ از انتشارات Willmann-Bell است.) اما من، که

۱- Alvan Clark
۲- John Brashear
۳- Carl Zeiss
۴- *Build Your Own Telescope*
۵- Richard Berry

خودم پیش‌تر تلسکوپ‌ساز بوده‌ام، می‌توانم سوگند یاد کنم که هیجانی بالاتر از دیدن آسمان‌ها با ابزاری نیست که اُپتیک آن را با دستان خودتان ساخته باشید! اگر می‌خواهید در این راه قدم بگذارید کتاب‌های عالی بسیاری درباره‌ی ساییدن، صیقل دادن، و آزمایش کردن آینه‌ی تلسکوپ‌های بازتابی وجود دارد (البته این منابع متأسفانه به زبان‌هایی غیر از فارسی در دسترس‌اند —مترجم).



شکل ۱-۲
نویسنده در ۱۶ سالگی با تلسکوپ ۶ اینچی بازتابی نیوتونی‌اش با استقرار استوایی که کاملاً دست‌ساز است (ازجمله آینه‌ی اصلی سَهمَوی آن). امروز بیشتر «تلسکوپ‌سازان» مایل‌اند که اجزای اُپتیکی را بخرند و آن‌ها را در ابزاری دست‌ساز خود نصب کنند (معمولاً به‌صورت تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی مخصوصاً در ابزارهای بزرگ‌تر).

آزمایش اُپتیکی

چه تلسکوپی که می‌خرید نو باشد چه دست‌دوم، یا چه خودتان آن را ساخته باشید باید بدانید چطور عملکرد اُپتیکی آن را آزمایش کنید! روش‌های پیچیده‌ی بسیاری در طی سال‌ها به‌دست اخترشناسان یا تلسکوپ‌سازان طراحی شده‌اند؛ ازجمله، روش‌های فوکو[1]، رونشی[2]، هارتمان[3]، و تست لیزری

۱- Foucault
۲- Ronchi
۳- Hartmann

تداخل‌سنجی. اما آزمایشی ساده، راحت، و مهم وجود دارد که اجرایش در هر مکان و زمان، حتی در نور شدید روز، بسیار آسان است. در این روش، که به نام *تصویر زیادی‌کانونی*[۱] یا تست ستاره معروف است، تصویر ستاره‌ای را مرجع آزمایش قرار می‌دهیم. می‌توانید ستاره‌ای واقعی در آسمان شب یا ستاره‌ای مصنوعی را انتخاب کنید که به‌کمک تاباندن چراغی از میان روزنه‌ای کوچک ایجاد می‌شود. دومی به‌ویژه برای آزمایش اُپتیک در روز مناسب است. (گزینه‌ی دیگر در اینجا استفاده از بازتاب خورشید از سپر کروم‌اندود خودرویی در دوردست یا از روکش عایق شیشه‌ای سیم‌های برق است. این بازتابْ پرتو نوری بسیار درخشان ایجاد می‌کند که واقعاً منبعی نقطه‌ای محسوب می‌شود.)

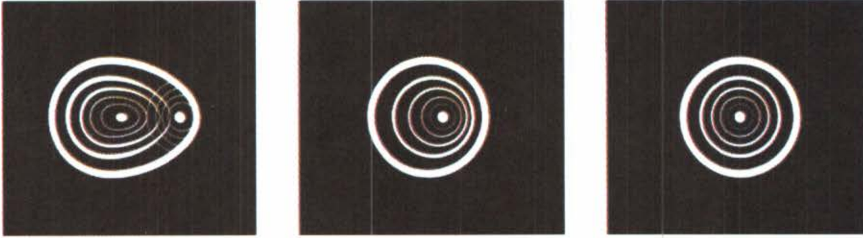
خود آزمایش بسیار ساده است. اگر از ستاره‌ای واقعی استفاده می‌کنید ستاره‌ای را انتخاب کنید که نه خیلی پُرنور و نه خیلی کم‌نور باشد. انتخابی مناسب ستاره‌ی قطبی (آلفا–دُبّ‌اصغر) است. نه‌تنها درخشندگی آن برای این آزمایش مناسب است بلکه در طول مدت آزمایش نیز کمترین جابه‌جایی، به‌سبب حرکت وضعی زمین، را دارد –نکته‌ای واقعاً مثبت به‌ویژه اگر از تلسکوپی بدون موتور ردیاب استفاده می‌کنید! با استفاده از یک چشمی با بزرگنمایی متوسط (با ۲۰ برابر بزرگنمایی به ازای هر اینچ گشودگی دهانه) نخست ستاره را در مرکز میدان دید چشمی قرار دهید و کاملاً تصویر را کانونی کنید. سپس تصویر را، با رفتن به داخل یا خارج محدوده‌ی کانونی، از حالت کانونی بیرون بیاورید و آن را آزمایش کنید. باید قرصی دایره‌شکل را ببینید که اطرافش را حلقه‌هایی با درخشندگی یکسان فراگرفته‌اند. (اگر از تلسکوپ بازتابی یا مرکّب استفاده می‌کنید در مرکز این قرص سایه‌ی تیره‌ی آینه‌ی ثانویه را نیز می‌بینید.) حالا به همان اندازه‌ی قبلی در سوی دیگرِ حالت کانونی پیش بروید. اگر همان قرص و حلقه‌ها را در هر دو حالت می‌بینید، تبریک می‌گوییم –تلسکوپ شما اُپتیکی واقعاً عالی دارد! (واژه‌ی فنی برای این حالت *پراش محدود*[۲] است که یعنی عملکرد اُپتیکی را فقط ماهیت موجی نور محدود می‌کند و نه کیفیت سیستم اُپتیکی.)

اگر خطای اُپتیکی وجود داشته باشد خود را در تصویرِ زیادی‌کانونی نشان می‌دهد. مثلاً اگر تصویر از هر سو حالتی مثلثی داشته باشد اُپتیکی فشرده (pinched) دارید. این معمولاً به آن معناست که جای آینه‌ی اصلی تلسکوپ بازتابی یا عدسی شیئی تلسکوپ شکستی بیش از حدّ تنگ است. این موضوع را می‌توانید با شُل کردن گیره‌های آینه در حالت اول و عقب زدن حلقه‌ی نگهدارنده در حالت دوم حل کنید. اگر شکلی بیضی‌مانند دیدید که با چرخاندن پیچ فکوس (کانونی) ۹۰ درجه می‌چرخید در اُپتیک شما خطایی جدّی به نام آستیگماتیسم وجود دارد. هرچند، پیش از این‌که تقصیر را به گردن آینه‌ی اصلی تلسکوپ بیندازید مطمئن شوید که مشکل از چشمی تلسکوپ یا از چشمان خودتان نیست! چرخاندن چشمی در جایش به شما نشان می‌دهد که مشکل اول وجود دارد یا خیر، و چرخاندن سرتان نشان می‌دهد مشکل دوم وجود دارد یا خیر. در هر دو صورت شکل بیضی نیز می‌چرخد.

نشانه‌های دیگری هم وجود دارند که به دنبال‌شان بگردید. حلقه‌های هم‌مرکز که ظاهری ناهموار و درهم دارند نشان می‌دهند که سطح اُپتیک، به جای صاف و صیقلی، زِبر است (معمولاً حاصل صیقل

۱- extrafocal image

۲- diffraction limited



شکل۱-۳
تصویر خارج از کانون (یا زیادی‌کانونی) هر ستاره اطلاعات بسیاری درباره‌ی اُپتیک تلسکوپ (و نیز محیط حرارتی و شرایط جوّی) -در این مورد هم‌خطی اجزای اُپتیکی- آشکار می‌کند. تصویر در کادر سمت چپ نشان‌دهنده‌ی ناهم‌خطی بسیار شدید است. تصویر وسطی ناهم‌خطی متوسط (که همان هم برای کاستن از کیفیت تصویر کافی است) و تصویر سمت راست نشان‌دهنده‌ی اُپتیک هم‌خط است.

دادن ماشینیِ سریع). حلقه‌هایی که، به جای ظاهر یکسان، ضخامت و درخشندگی‌های متفاوت دارند نشان‌دهنده‌ی وجود zone (برآمدگی‌های بلند و شیارهای کم‌عمق) در سطح اُپتیک‌اند. حلقه‌هایی که به هم فشرده‌اند و شکلی شبیه به علامت ویرگول دارند نشان می‌دهند که اُپتیک از هم‌خطی خارج شده است. تصویر زیادی‌کانونی همچنین چیزهایی درباره‌ی شرایط جوّ (موج‌های سریع روی قرص تصویر که در شب‌های متلاطم دیده می‌شود)، سرد شدن اجزای اُپتیکی (ستون‌های دودآلود و مارمانندی روی تصویر که تا زمان رسیدن دمای اُپتیک به دمای هوای شب ادامه می‌یابند)، و شرایط حرارتی رصدگاه شما (دیدن امواجی شبیه آن‌هایی که در روزی گرم از سطح خیابان بلند می‌شوند) می‌گوید.

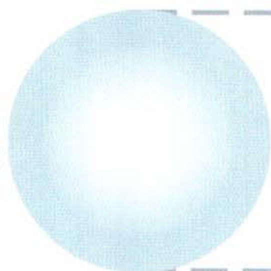
شما این آزمایش را نه‌تنها وقتی ابزاری را می‌خرید، بلکه از آن پس هر از چند گاهی باید انجام دهید؛ به‌ویژه برای بررسی هم‌خطی اُپتیک. این موضوع به‌ویژه در تلسکوپ‌های بازتابی و اشمیت-کاسگرین اهمیت دارد که ممکن است هر چند وقت یک‌بار فقط با حرکتی ساده از هم‌خطی خارج شوند. به استثنای شکستی‌ها و ماکستوف-کاسگرین‌های خوش‌ساخت (هر دو آن‌ها در اصل به‌طور همیشگی هم‌خط شده‌اند و این هم‌خطی مرهون نحوه‌ی استقرار اُپتیک‌ها در جایگاه‌شان است). حتی پُست تلسکوپ از جایی به جای دیگر گاه ممکن است آن را از هم‌خطی خارج کند. انجام دادن این تنظیمات، یک‌بار که یاد بگیرید، بسیار ساده است (مخصوصاً در بازتابی‌های نیوتنی) و تفاوت عمده‌ای در کیفیت تصویری که در چشمی می‌بینید ایجاد می‌کند.

بهترین منبعی که تا به حال درباره‌ی آزمایش تصویر زیادی‌کانونی نوشته شده کتاب *آزمایش تلسکوپ‌های نجومی با ستاره‌ها*[۱] اثر هارولد ریچارد سوییتر[۲] (انتشارات Willmann-Bell، ۱۹۹۴) است. این کتاب شامل شرح جامع طرز انجام این روش و مجموعه‌ای جذاب از تصاویر زیادی‌کانونی است که شرایط اُپتیکی گوناگون را، که ممکن است در چشمی تلسکوپ ببینید، نمایش می‌دهد.

۱- *Star Testing Astronomical Telescope*
۲- Harold Richard Suiter



(اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که وقتی دوربین‌های دوچشمی از هم‌خطی خارج می‌شوند -که با دو تا شدن تصویر مشخص می‌شود!- باید به دست متخصصی حرفه‌ای و با ابزارهای خاص هم‌خط‌کننده تنظیم شوند تا تصویر تصحیح شود و این به‌سبب مسیر پیچیده‌ی نور از میان قطاری از منشورهاست.



فصل ۲

دوربین‌های دوچشمی

دیدن با دو چشم

معمولاً توصیه می‌شود که پیش از خریدن تلسکوپْ ابتدا دوربین دوچشمی بخرید. و با ارایه‌ی دلایل خوب! نه‌تنها این دوربین‌ها ارزان‌قیمت‌تر، بسیار قابل حمل، و همیشه آماده‌ی استفاده‌ی آنی‌اند بلکه نماهایی از آسمان در اختیار رصدگر می‌گذارند که نمای هیچ تلسکوپی را توان رقابت با آن‌ها نیست. این امر بیشتر به این سبب است که میدان دید دوربین‌های دوچشمی –معمولاً ۵ یا ۶ درجه (یا ۱۰ تا ۱۲ برابر قطر ماه کامل)– به نسبت میدان دید یک درجه‌ای بیشتر تلسکوپ‌ها، حتی زمانی که با کمترین بزرگنمایی استفاده می‌شوند، بسیار باز است. مدل‌هایی با میدان دید فراباز نیز وجود دارند که اندازه‌ی مبهوت‌کننده‌ی ۱۰ درجه از آسمان را پوشش می‌دهند. دوربین‌های دوچشمی برای یاد گرفتن مسیرها در آسمان و برای کاوش آنچه خارج از محدوده‌ی صورت‌های فلکیِ قابل مشاهده با چشم برهنه رخ می‌دهد بسیار ایده‌آل‌اند.

اما وجه دیگری از «دیدن با دو چشم» (گاهی به رصد با دوربین دوچشمی گفته می‌شود) است که آن‌ها را به بهترین ابزارها برای رصد آسمان تبدیل کرده است. و آن توهم چشمگیر عمق یا «سه بُعدی بودن» است که از دیدن با هر دو چشم حاصل می‌شود. این موضوع احتمالاً به هنگام رصد ماه مؤثرتر از همیشه است. زیرا ماه از درون دوربین دوچشمی همچون گویی برجسته و معلّق در پس‌زمینه‌ی پُرستاره‌ی آسمان به نظر می‌رسد –به‌ویژه به هنگام اختفاء؛ هنگامی که از مقابل خوشه‌ای بزرگ و درخشان، مانند پروین یا قلائِص، عبور می‌کند. همچنین بحث فصل ۱۱، درباره‌ی حس ظاهری عمق هنگام تماشای ابرهای ستاره‌ای پُرجِرم راه شیری با دوربین دوچشمی (یا چشم

برهنه)، را ببینید. سرانجام این‌که، صرف‌نظر از وجوه زیبایی‌شناختی، بارها نشان داده شده که استفاده از هر دو چشم برای دیدن اجرام آسمانی باعث افزایش تضادّ (کُنتراست)، تفکیک (رزُلوشِن)، و حساسیت تصویر تا حدّ ۴۰ درصد می‌شود!

ویژگی‌ها

هر دوربین دوچشمی اساساً از دو تلسکوپ بازتابی کوچک تشکیل شده که بغل‌به‌بغل هم و با هم‌خطی موازی و دقیق اُپتیکی نسبت به یکدیگر قرار گرفته‌اند. بین هرکدام از عدسی‌های شیئی و چشمی مجموعه منشورهای داخلی قرار دارند که نه‌تنها مسئول کوتاه‌تر کردن مسیر نورند بلکه همچنین قرار است تصویری راست حاصل کنند. (در دوربین‌های دوچشمی ارزان‌قیمت «جعلی»، مانند دوربین‌های مخصوص صحنه‌ی تئاتر یا دوربین‌های صحرایی، به جای منشور از عدسی‌های چشمی منفی برای ایجاد تصویر راست استفاده می‌شود که حاصل آن میدان دیدی بسیار کوچک و کیفیت بسیار بدِ تصویر است.)

فاصله‌ی بین محورهای اُپتیکی دو لوله‌ی دوربین (که به فاصله‌ی بین دو مردمک[۱] مشهور است) را می‌توان با چرخاندن لوله‌ها به دور اتصال نگه‌دارنده‌ی بین آن‌ها برای چشم رصدگران مختلف تنظیم کرد. اگر این فاصله طوری تنظیم نشود که با فاصله‌ی چشمان شما هماهنگ باشد دو تصویر هم‌پوشاننده (روی هم افتاده) می‌بینید. در همین بخش از دوربین پیچ *کانونی مرکزی*[۲] وجود دارد که کانونی (فکوس) چشمی را هم‌زمان برای هر دو چشم تغییر می‌دهد. یک پیچ اضافی *کانونی دیوپتر*[۳] هم روی بیشتر دوربین‌ها (معمولاً روی چشمی راست) وجود دارد که هرگونه تفاوت در کانونی دو چشم را جبران می‌کند. وقتی این تنظیم را انجام دادید برای به دست آوردن تصویری به یک اندازه شفاف در هر دو چشمی فقط لازم است از پیچ کانونی اصلی استفاده کنید. در برخی دوربین‌های دوچشمی سطح پایین اهرمی برای کانونی کردن سریع وجود دارد؛ که هرچند امکان سریع‌تر کانونی کردن را به شما می‌دهد، تنظیمش آن‌قدر بی‌ظرافت است که برای کانونی کردن حساسِ لازم برای مشاهده‌ی اجرام آسمانی کافی نیست.

در مشخصات دوربین‌های دوچشمی از دو عدد استفاده می‌شود. نخستین عدد *بزرگنمایی*[۴] یا توان (X) و دومی *گشودگی دهانه*[۵] یا قطر دهانه‌ی عدسی‌های شیئی به میلی‌متر (mm) است. بنابراین، یک دوربین ۵۰×۷ تصویر را ۷ برابر بزرگ می‌کند و قطر دهانه‌ی عدسی‌های شیئی آن ۵۰ میلی‌متر (یا ۲ اینچ) است. پارامتر مهم دیگر اندازه‌ی مردمک خروجی[۶] دوربین است که به‌راحتی با تقسیم

۱- interpupilary distance
۲- central focus
۳- diopter focus
۴- magnification
۵- aperture
۶- exit pupil

گشودگی دهانه بر بزرگنمایی به دست می‌آید. این یعنی دوربین ۵۰×۷ دسته‌ی نوری تولید می‌کند که با قطر کمی بیش از ۷ میلی‌متر از چشمی خارج می‌شود. (این دسته‌ی نور را می‌توانید با نگاه داشتن دوربین در فاصله‌ی بازوی باز از بدن در نور روز ببینید. دو دایره‌ی نورانی را می‌بینید که مقابل شما ظاهراً در آسمان شناورند.)

مردمک چشم انسان در شرایطی که کاملاً با تاریکی مطلق سازگار شده باشد حدود ۷ میلی‌متر گشاد یا باز می‌شود و بنابراین از نظر تئوری همه‌ی نوری که از دوربین ۵۰×۷ خارج می‌شود وارد این مردمک می‌شود. (این دوربین همان «دوربین شب»[1] مشهور نیروی دریایی ایالات متحده است که سال‌ها پیش ارتش آمریکا برای به دست آوردن بهترین دید در شب آن را ساخت.) اما در عمل نه‌تنها قدرت گشاد شدن مردمک با افزایش سنّ کاهش می‌یابد بلکه آلودگی نوری و/یا هر نوع منبع نورانی محیطی دیگر نیز قابلیت گشودگی مردمک را کاهش می‌دهد. فقط در شرایط ایده‌آل است که می‌توان از تمام نور خارج شده از دوربین ۵۰×۷ استفاده کرد. بنابراین، انتخابی بهتر برای استفاده‌های نجومی دوربین ۵۰×۱۰ است که با بزرگنمایی کمی بیشتر اندازه‌ی مردمک خروجی آن نیز ۵ میلی‌متر است و به این ترتیب به شما امکان می‌دهد جزئیات بیشتری را ببینید.

دوربین‌های ۳۵×۷ یا ۳۰×۶ نیز خروجی ۵ میلی‌متر دارند اما این دوربین‌های کوچک‌تر قدرت جمع‌آوری نور و توان تفکیک (رِزُلوشِن) کمتری نسبت به دوربین‌های بزرگ‌تر دارند.

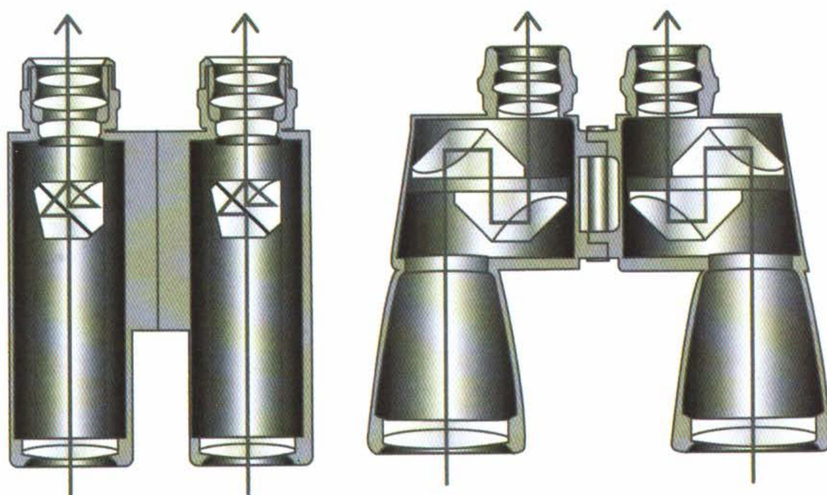
ویژگی دیگر دوربین‌های دوچشمی که باید در آن دقت کنید *رهایی چشم*[2] است. این عامل عبارت است از فاصله‌ای که لازم است شما چشم‌تان را از چشمی نگه دارید تا میدان دیدی کاملاً روشن ببینید. این فاصله از کمتر از ۱۲ میلی‌متر در برخی مدل‌ها تا بیش از ۲۴ میلی‌متر در دیگر مدل‌ها متغیر است. اگر رهاییْ زیادی کوتاه باشد شما باید برای داشتن میدان دیدی کامل چشمی را اصطلاحاً «بغل کنید» و اگر زیادی بلند باشد ممکن است نتوانید دوربین را با چشمان‌تان کانونی کنید. مقدار خوبْ بین ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر است به‌ویژه اگر عینک می‌زنید؛ اگر عینکی هستید کلاً برای شما رهایی چشمِ بلندتر بهتر از کوتاه‌تر است. البته توجه داشته باشید که اگر عینک را برای تصحیح نزدیک‌بینی یا دوربینی (و نه آستیگماتیسم) می‌زنید می‌توانید اصلاً عینک را بردارید و دوربین را برای چشم خودتان تنظیم کنید. بیشتر دوربین‌های دوچشمی امروز دورچشمی‌های لاستیکی تاشو دارند که به شما امکان می‌دهد در صورت لزوم چشم‌تان را به چشمی نزدیک‌تر کنید؛ این وسیله همچنین مانع تماس مستقیم بین چشم و شیشه‌ی عدسی می‌شود و (بنا به نوع) مانع ورود نورهای پراکنده‌ی مزاحم نیز می‌شود.

درحالی که از دوربین‌های دوچشمی با هر اندازه‌ای می‌توانید برای رصد ستاره‌ها استفاده کنید مدل‌های ۵۰×۷ و ۵۰×۱۰ در میان رصدگران گزینه‌های منتخب‌اند. (بخش مربوط به دوربین‌های دوچشمی غول‌پیکر را در همین فصل ببینید.) افزون بر این، بزرگنمایی ×۱۰ و گشودگی دهانه‌ی

۱- night glass

۲- eye relief

۵۰ میلی‌متر تقریباً بزرگ‌ترین بزرگنمایی و گشودگی دهانه‌اند که می‌توان به‌راحتی روی دست نگاه داشت؛ بزرگنمایی‌های بیشتر یا کلاً دوربین‌های بزرگ‌تر احتیاج به نصب روی سه‌پایه دارند تا تصویری ثابت ارایه دهند. (در اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که امروز دوربین‌های زوم نیز بسیار در دسترس‌اند. این دوربین‌ها که گستره‌ای از بزرگنمایی را با چرخاندن یک اهرم در دسترس قرار می‌دهند کیفیت تصویرِ نازل و میدان دیدی دارند که با تغییر بزرگنمایی تغییر می‌کند.) دوربین‌های دوچشمی خوب با اندازه‌های ذکرشده را می‌توانید گاه تا قیمت زیر ۱۰۰ دلار از برخی شرکت‌ها تهیه کنید؛ ازجمله، بوشنِل[۱]، سِلِسترون[۲]، ایگل‌اُپتیکس[۳]، نیکُن[۴]، اُبِروِرک[۵]، اُریون[۶]، پِنتاکس[۷]، و سوییفت[۸] (محصولات برخی از این شرکت‌ها را در ایران می‌توانید از فروشگاه آسمان شب -www.telescope.ir- تهیه کنید.) قیمت دوربین‌های دوچشمی مرغوب معمولاً بین ۲ تا ۳ برابر این مقدار است.



شکل۲-۱

مسیر نور در دوربین منشور مستقیم (چپ) و دوربین منشور جانبی (راست). هرچند دوربین دوم نسبت به اولی حجیم‌تر و سنگین‌تر است، برای رصدهای نجومی توصیه می‌شود زیرا کیفیت تصویرش عالی است.

۱- Bushnell
۲- Celestron
۳- Eagle Optics
۴- Nikon
۵- Oberwerk
۶- Orion
۷- Pentax
۸- Swift

انواع منشور و اندود اُپتیکی

دو نوع متداول آرایش منشورها در دوربین‌های باکیفیت امروزی وجود دارد -مدل جدیدتر و فشرده‌تر *منشور مستقیم*[۱] و مدل قدیمی *منشور جانبی*[۲]. طرح دوم تصاویری درخشان‌تر، شفاف‌تر، و با تضادّی بهتر از مدل اول ارایه می‌دهد اما به قیمت وزن و حجم بیشتر. مدل منشور جانبی همان شکل معروف زیگزاگی را به دوربین می‌دهد درحالی‌که مدل مستقیمْ ظاهری صاف و مستقیم دارد. به علت‌های متعدد اُپتیکی-تصویری مدل منشور جانبی برای استفاده‌ی نجومی ترجیح داده می‌شود.

عامل مهم دیگر در اینجا جنس شیشه‌ای است که منشورها از آن ساخته شده‌اند. در دوربین‌های باکیفیت‌تر از شیشه‌ی BaK-۴ با *روکش باریوم*[۳] و در دوربین‌های ارزان‌قیمت‌تر از شیشه‌ی BaK-۷ *بوروسیلیکات*[۴] استفاده می‌شود. منشورهای BaK-۴ نور بیشتری را از خود عبور می‌دهند و تصاویر درخشان‌تر و شفاف‌تری ایجاد می‌کنند درحالی‌که منشورهای BaK-۷ دچار انحراف نورند و تصاویر کم‌فروغ‌تری ایجاد می‌کنند. اگر نوع شیشه‌ی استفاده شده روی بدنه‌ی دوربین (جایی که اندازه، بزرگنمایی، و میدان دید حکّ شده) ذکر نشده باشد فهمیدن آن کار ساده‌ای است. دوربین را در نور روز در فاصله‌ی بازوی کشیده از بدن نگه دارید و به دایره‌های نورانی (مردمک خروجی) شناور پشت چشمی نگاه کنید. منشورهای BaK-۴ قرص‌های دایره‌ی کامل و منشورهای BaK-۷ قرص‌های لوزی‌مانند (مربع با گوشه‌های گرد) ایجاد می‌کنند که سایه‌هایی خاکستری نزدیک لبه‌های‌شان دیده می‌شوند.

وقتی از نوع منشورها صحبت می‌کنیم باید ذکری هم از نوع اندود به میان آوریم. شیشه‌ی اندودنشده معمولاً ۴ درصد نور بازتابیده به آن را از هر سطحش بازتاب می‌دهد. استفاده از اندودهای *ضدّبازتاب*[۵] (معمولاً فلورید منیزیوم) بر عدسی‌های شیئی، چشمی، و منشورها موجب افزایش چشمگیر انتقال نور درون دوربین می‌شود. در دوربین‌های ارزان‌قیمت‌تر معمولاً ذکر می‌شود که دارای «اُپتیک اندودشده»[۶] هستند که اغلب به این معناست که فقط سطوح خارجی عدسی‌های شیئی و چشمی اندود شده و سطوح درونی آن‌ها و سطوح منشورها اندود نشده است. شما به‌آسانی می‌توانید به این موضوع پی ببرید: با نگاه کردن درون عدسی شیئی از بیرون دوربین و توجه به بازتاب نورهای درخشان اطراف یا نور آسمان روز بر سطح شیشه.

بر سطح اُپتیک‌های اندودشده معمولاً هاله‌ای آبی-بنفش دیده می‌شود (که اگر اندود زیادی نازک باشد به صورتی و اگر زیادی ضخیم باشد به سبز می‌زند) درحالی‌که شیشه‌های اندودنشده بازتابی سفید (بی‌رنگ) دارند. در دوربین‌های باکیفیت ذکر می‌شود که «اُپتیک کاملاً اندودشده»[۷] دارند که یعنی همه‌ی سطوح همه‌ی شیشه‌ها اندود دارند. عبارت «اُپتیک کاملاً چندلایه اندودشده»[۸]

۱- roof prism

۲- porro prism

۳- BaK_4 barium crown glass

۴- BaK_7 borosilicate glass

۵- antireflection coatings

۶- coated optics

۷- fully coated optics

۸- fully multicoated optics



شکل ۲-۲
این دوربین دوچشمی میدان دید باز ۵۰×۱۰ مدل منشور جانبی ابزاری ایده‌آل برای اهداف رصدی است. به عدسی‌های شیئی اندودشده و درپوش آداپتور اتصال سه‌پایه، که روی پُل اتصال‌دهنده‌ی دو لوله‌ی اُپتیکی قرار دارد، توجه کنید. دهانه‌های روی ماه، هلال زهره، و چهار قمر گالیله‌ای درخشان مشتری، و نماهایی بی‌نظیر از راه شیری فقط بخشی از شگفتی‌هایی هستند که با چنین دوربینی دیده می‌شوند.

را نیز ممکن است بر دوربین‌های مرغوب ببینید که نشان می‌دهد همه‌ی سطوح همه‌ی شیشه‌ها دارای چندین لایه اندود مختلف‌اند تا بیشتر از پیش از هدر رفتن نور جلوگیری شود. توجه داشته باشید که بازتاب نور از سطح عدسی این دوربین‌ها معمولاً هاله‌ای سبزرنگ است، شبیه آنچه بالاتر درباره‌ی عدسی‌هایی با اندود ضخیم اشاره شد.

ثابت‌تصویر

یکی از پیشرفت‌های اخیر معرفی‌شده از شرکت مشهور دوربین‌سازی، کانون[1]، دوربین‌های دوچشمی ثابت‌تصویر[2] است. هرکس یک‌بار هم از درون دوربین دوچشمی نگاه کند در وهله‌ی نخست درمی‌یابد که ثابت نگه داشتن آن چه کار سختی است. حتی اگر روی صندلی‌ای با پشتی متحرک نشسته و هر دو آرنج را تکیه داده باشید فقط نفس کشیدن هم کافی است تا ثبات تصویر را بر هم

۱- Canon
۲- image-stabilized binoculars

بزند (و حالا فرض کنید استفاده از دوربینی را در قایقی متلاطم روی دریا!). در این دوربین‌ها، که به اختصار «S-I» نامیده می‌شوند، آرایش منشور مستقیم در اصل داخل بدنه‌ی آب‌بندی‌شده‌ی پُرشده از روغن قرار دارد. ریزپردازنده‌هایی درون هر لوله‌ی دوربین هر حرکت رصدگر را آشکار می‌کنند و علامتی تصحیح‌کننده به مجموعه‌ی منشورها می‌فرستند تا این حرکت را جبران کنند و تصویر را ثابت نگه دارند. فعلاً این دوربین‌ها در قطع‌های کوچک (۳۰×۱۰ و ۵۰×۱۸) و نسبتاً گران‌قیمت در دسترس‌اند؛ با قیمت‌هایی که از حدود ۵۰۰ دلار شروع می‌شوند (قیمت تلسکوپی خوب!). شرکت فوجی‌نُن[۱] نیز یک مدل دوربین ثابت‌تصویر به خط تولید گسترده‌ی دوربین‌های گران‌قیمت خود افزوده است. قیمت این دوربین ۴۰×۱۴، که تِکنو-استابی[۲] نام دارد، حدود ۱۰۰۰ دلار است. بوشنِل و زایس[۳] نیز ازجمله دیگر شرکت‌هایی‌اند که درحال معرفی دوربین‌های ثابت‌تصویر به بازارند.

کوچولوها و غول‌ها

دوربین‌های دوچشمی در گستره‌ی اندازه‌های بسیار متنوعی در دسترس‌اند. در انتهای کوچک این گستره دوربین‌های کوچولو[۴] قرار دارند؛ دوربین‌های منشور مستقیم مینیاتوری که به‌راحتی در جیب پیراهن شما جای می‌گیرند. روشن است که در اینجا گشودگی دهانه بسیار محدود است (معمولاً ۲۵ میلی‌متر یا کمتر)؛ هرچند آن‌ها عوارض سطح ماه را نشان می‌دهند به هیچ‌وجه برای تماشای دیگر دیدنی‌های کم‌نورتر آسمان مناسب نیستند. در سوی دیگر این گستره دوربین‌های غول‌پیکر[۵] قرار دارند؛ با گشودگی دهانه‌ای تا ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ)! دوربین‌های غول‌پیکر شامل همه‌ی دوربین‌هایی با گشودگی دهانه‌ی بزرگ‌تر از ۶۰ میلی‌مترند. متداول‌ترین و محبوب‌ترین دوربین‌های غول‌پیکر ۸۰ میلی‌متری‌ها هستند که گستره‌ی بزرگنمایی آن‌ها از ۱۰ تا ۳۰ برابر است. قیمت این دوربین‌ها بسیار بیشتر از دوربین‌های معمولی است؛ از حدود ۲۰۰ دلار تا تقریباً ۵۰۰ دلار! البته استثناءهایی هم وجود دارند. مثلاً سلسترون یک مدل ۷۰×۱۵ را به قیمت زیر ۹۰ دلار، و شرکت اُبرورِک دوربین‌های ۵۶×۸ و ۵۶×۱۱ خود را (که واقعاً غول‌پیکرند) حدود ۱۰۰ دلار عرضه کرده است.

مسئله‌ی مهم وزن هم وجود دارد که معمولاً برای دوربینی ۸۰ میلی‌متری ۲٫۵ کیلو یا بیشتر است. به این ترتیب، نگاه داشتن دوربین‌های غول‌پیکر روی دست کاری غیرممکن است و باید آن‌ها را روی سه‌پایه‌ای محکم و ثابت نصب کرد. در همه‌ی دوربین‌ها، نه‌فقط غول‌پیکرها، تمهیداتی برای نصب بر سه‌پایه اندیشیده شده است. این تمهید معمولاً کلاهکی است که در انتهای طرفِ عدسیِ شیئی روی محور مرکزیِ تکیه‌گاه قرار دارد و روی جای پیچ استاندارد ۲۰-۱/۴ را پوشانده

۱-Fujinon
۲- Techno-Stabi
۳- Zeiss
۴- mini binoculars
۵- giant binoculars



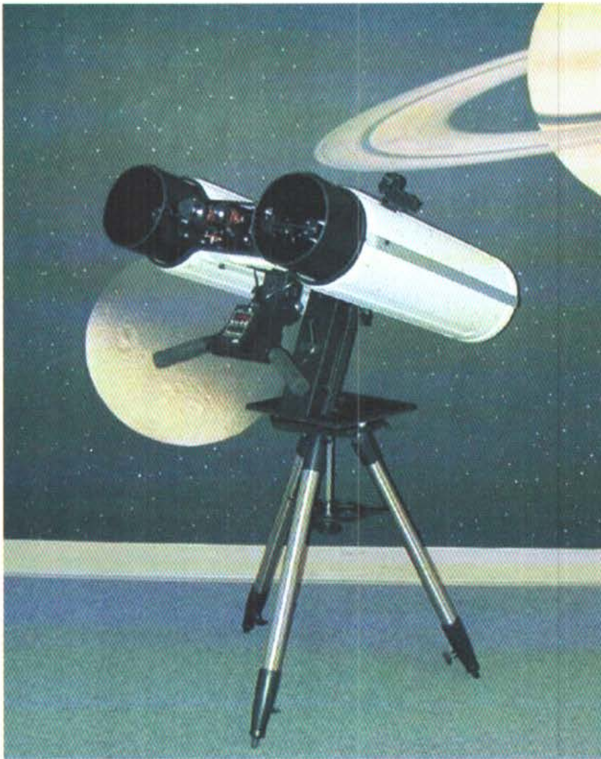
شکل ۲-۳
دوربین غول‌پیکر ۱۵×۸۰ برای رصدهای جدّی دوچشمی! توجه داشته باشید که، همان‌طور که اینجا نشان داده شده است، این دوربین‌های غول‌پیکر باید بر سه‌پایه نصب شوند. زیرا بسیار سنگین‌تر از آن‌اند که بتوان با دست ثابت نگه‌شان داشت. قرص مشتری، شکل تخم‌مرغ‌مانند زحل و حلقه‌هایش، و صدها جرم اعماق آسمان (از جمله کهکشان‌های درخشان) همگی در دیدرس دوربین‌های غول‌پیکرند.

است. به این محل یک گیره‌ی L-شکل یا انگشتی[1] متصل می‌شود که دوربین را مستقیم به کلّگی سه‌پایه نصب می‌کند. پیش از خریدن هر دوربینی باید دفترچه‌ی ارایه‌شده از سوی تولیدکننده را به‌دقت مطالعه کنید تا بدانید آیا دوربین قابل اتصال به سه‌پایه است یا خیر. در سال‌های اخیر، مقرّهای (مخصوص دوربین دوچشمی) سگ‌دستیِ پیچیده[2] یا «مدل-متوازی‌الاضلاع»[3] در دسترس قرار گرفته‌اند اما ممکن است خود به اندازه‌ی دوربینی غول‌پیکر قیمت داشته باشند!

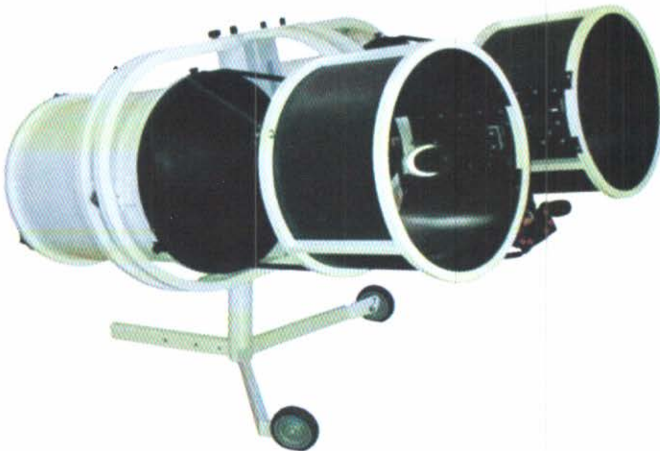
تلسکوپ‌های دوچشمی

بزرگ‌ترین دوربین‌های غول‌پیکر *تلسکوپ‌های دوچشمی*[4] هستند. این ابزارِ مرکّب در اصل دو تلسکوپ کامل‌اند که موازی و شانه‌به‌شانه‌ی هم قرار گرفته‌اند؛ با اُپتیک انتقالی خاصی که تصاویر

۱- L-shaped or «finger» clamp
۲- sophisticated cantilevered mount
۳- parallelogram-style
۴- binocular telescopes



شکل ۲-۴
تلسکوپ دوچشمی ۶ اینچی. چشمی‌ها و ابزارهای هدایت‌گر بین دو انتهای لوله‌ها قرار دارند. تماشای آسمان با دو تلسکوپ ۶ اینچی، هرکدام برای یک چشم، تجربه‌ای است که هرگز فراموش نمی‌کنید.



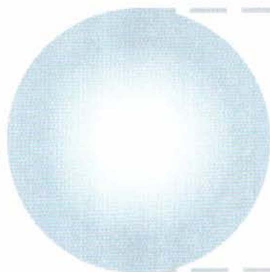
شکل ۲-۵
تلسکوپ دوچشمی غول‌پیکر ۱۶ اینچی. نماهای این دو بازتابی با این گشودگی دهانه را تا نبینید باور نمی‌کنید. بسیاری از اجرام اعماق آسمان در این دوربین‌ها کاملاً سه‌بُعدی در فضا به نظر می‌رسند.

جداگانه‌ی هریک را به حدّ کافی به هم نزدیک می‌کند تا بتوان با هر دو چشم، مانند دوربین‌های متداول، آن را دید. این دوربین-تلسکوپ‌ها نخست در شب‌های رصدی و جمع تلسکوپ‌سازان به‌صورت ابزارهای غریبی -حاصل کنجکاوی- ظاهر شدند (با ابعادی تا گشودگی بسیار بزرگ ۱۷٫۵ اینچ!) اما چند سال پیش شرکت جی.ام.آی[1] تعدادی از آن‌ها را با گشودگی‌هایی از ۶ تا ۱۶ اینچ روانه‌ی بازار کرد. همان‌طور که ممکن است انتظار داشته باشید قیمت این ابزار، از آنجا که از دو تلسکوپ تشکیل شده، واقعاً نجومی است! قیمت تلسکوپ دوچشمی ۶ اینچی حدود ۳۰۰۰ دلار و مدل ۱۰ اینچی آن ۵۰۰۰ دلار است؛ اندازه‌های بزرگ‌تر فقط به‌صورت سفارشی ساخته می‌شوند و قیمت‌هایی به‌مراتب بالاتر دارند.

اگر به دنبال مرجعی کامل درباره‌ی دوربین‌های دوچشمی هستید بهترین منبع کتاب *گردش در عالم از درون دوربین‌های دوچشمی*[2] نوشتهٔ فیلیپ هارینگتون[3] (انتشارات John Wiley، ۱۹۹۰) است.

۱- Jim's Mobile, Inc. (JMI)
۲- *Touring the Universe Through Binoculars*
۳- Philip Harrington

فصل ۳



مقدمات تلسکوپ

گشودگی دهانه

قطر عدسی شیئی (اصلی) یا آینه‌ی اولیه‌ی تلسکوپ را گشودگی *دهانه*[1] تلسکوپ می‌نامند و معمولاً آن را به اینچ (و گاهی به سانتی‌متر)، برای ابزارهای ۴ اینچی یا بزرگ‌تر و به میلی‌متر، برای ابزارهای کوچک‌تر بیان می‌کنند. این مهم‌ترین ویژگی تلسکوپ‌هاست؛ زیرا هرچه مساحت سطح گردآورنده‌ی نور در آن بیشتر باشد تصویری که از اجرام آسمانی می‌سازد درخشان‌تر، شفاف‌تر، و با کنتراست بیشتر خواهد بود. انگیزه‌ی اصلی پشت ساخت تلسکوپ‌های هرچه بزرگ‌تر برای تحقیقات حرفه‌ای (و نیز پشت «انقلاب دابسونی» شگفت‌انگیز که در جامعه‌ی نجوم آماتوری فراگیر شده و در فصل ۵ به آن می‌پردازیم) همین نیاز به گردآوری نور بیشتر -و جمع‌آوری فوتون‌های بیشتر- بود. (بخش توان گردآوری نور را در همین فصل و نیز مبحث شگفت‌انگیز «ارتباط فوتونی» در فصل ۱۲ را ببینید) تلسکوپ‌هایی که امروزه در دسترس رصدگران آماتورند گستره‌ای از شکستی‌های کوچک ۲ و ۳ اینچی تا بازتابی‌های عظیم‌الجثه‌ی ۳۶ اینچی را در بر می‌گیرند و معمول‌ترین تلسکوپ‌ها اندازه‌ای بین ۴ تا ۱۴ اینچ دارند.

نسبت/فاصله‌ی کانونی

فاصله از عدسی شیئی یا آینه‌ی اولیه‌ی تلسکوپ تا نقطه‌ای که نورِ گردآوری‌شده در آنجا کانونی می‌شود را به نام *فاصله‌ی کانونی*[2] (یا طول کانون) می‌شناسیم. در ابزارهای سطح آماتوری این

1- aperture

2- focal length





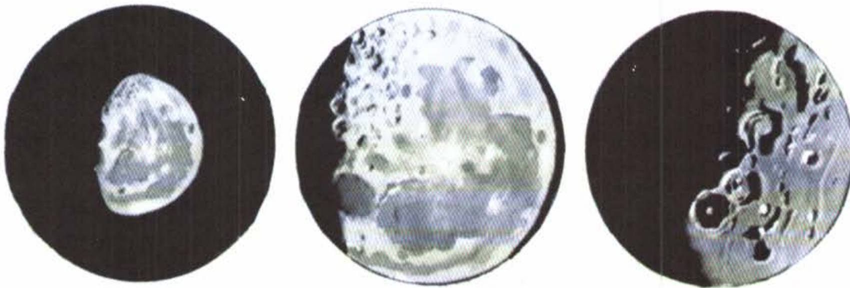
شکل۳-۱
الف و ب. تلسکوپ بالایی شکستی نسبتاً بلند ۹۰ میلی‌متری با فاصله‌ی کانونی f/۱۰ است و تلسکوپ پایینی شکستی ۸۰ میلی‌متری (با قطر کمتر از نیم اینچ کوچک‌تر) با فاصله‌ی کانونی f/۵ است که موجب شده است این ابزار بسیار فشرده‌تر باشد.

فاصله را معمولاً به اینچ (و گاه میلی‌متر برای ابزارهای کوچک) بیان می‌کنند. اما در تلسکوپ‌های بزرگ رصدخانه‌ای معمولاً آن را به فوت بیان می‌کنند. *نسبت کانونی*[۱] (یا نسبت f) از حاصل تقسیم فاصله‌ی کانونی بر گشودگی دهانه به دست می‌آید (که هر دو باید به اینچ یا به میلی‌متر اندازه‌گیری شده باشند). پس تلسکوپی ۵ اینچی (۱۲۵ میلی‌متری) با فاصله‌ی کانونی ۵۰ اینچ (یا ۱۲۵۰ میلی‌متر) نسبت کانونی برابر با f/۱۰ دارد. به همین ترتیب، تلسکوپ ۶ اینچی که نسبت کانونی f/۸ دارد فاصله‌ی کانونی‌اش ۴۸ اینچ است.

تلسکوپ‌هایی با f/۵ یا کمتر را سریع و تلسکوپ‌هایی با f/۱۰ یا بیشتر را کُند می‌نامیم. اهمیت این موضوع را در بخش پایینی، بحث توان بزرگنمایی، و در فصل ۷ در بحث میدان دید چشمی‌ها درمی‌یابید. به‌طور کلی، هرچه دستگاه اُپتیکی سریع‌تر باشد جمع‌وجورتر خواهد بود و بخش وسیع‌تری از آسمان را پوشش خواهد داد. از سوی دیگر، دامنه‌ی تغییرات سطوح اُپتیکی آن، برای شکل‌دهی تصویری با کیفیت یکسان، باید بسیار بالاتر از دستگاه کُند باشد.

توان بزرگنمایی

تلسکوپ‌ها درواقع سه نوع «توان» مختلف دارند که مشهورترین آنها *توان بزرگنمایی*[۲] است. این کمیت از تقسیم فاصله‌ی کانونی عدسی شیئی یا آینه‌ی اصلی بر چشمی مورد استفاده (هر دو به



شکل ۳-۲
وقتی بزرگنمایی تلسکوپ افزایش می‌یابد، بخش قابل دید آسمان کاهش می‌یابد (به همین سبب بزرگنمایی پایین برای بسیاری از رصدها مناسب‌تر است). آنچه در اینجا می‌بینید سه نما از ماه با بزرگنمایی‌های کم، متوسط، و زیاد است. هرچه تصویر بزرگ‌تر می‌شود بخش کوچک‌تری از جرم در میدان دید جای می‌گیرد.

۱- focal ratio
۲- magnifying power

اینچ یا به میلی‌متر) به دست می‌آید. بنابراین تلسکوپی ۶ اینچی با f/۸، که فاصله‌ی کانونی برابر با ۴۸ اینچ دارد، وقتی از چشمی با فاصله‌ی کانونی یک اینچ استفاده کند توان بزرگنمایی‌اش ۴۸ برابر می‌شود. به همین ترتیب، تلسکوپی ۵ اینچی با f/۱۰، که فاصله‌ی کانونی برابر با ۱۲۵۰ میلی‌متر دارد، وقتی از چشمی ۲۵ میلی‌متر استفاده کند توان بزرگنمایی‌اش ۵۰ برابر می‌شود. با کاهش فاصله‌ی کانونی چشمی مورد استفاده می‌توان توان بزرگنمایی را افزایش داد (زیرا مثلاً ۱۲۵۰ میلی‌متر تقسیم بر ۱۰ میلی‌متر = ۱۲۵ برابر). تلسکوپ‌هایی با فاصله‌کانونی‌های بلندتر (یا نسبت کانونی‌های بزرگ‌تر) نسبت به کوتاه‌ترها با یک چشمی خاصْ بزرگنمایی بیشتری دارند. با فرض وجود اُپتیک خوب و شرایط جوّی پایدار، حدّ بالای بزرگنماییْ ۵۰ برابر به ازای هر اینچ گشودگی دهانه است. در شرایط نادر، وقتی جوّ به‌طور خاصی آرام است می‌توان تا ۱۰۰ برابر بزرگنمایی به ازای هر اینچ برای اجرام پُرنور، مانند ماه و سیارات و ستاره‌های دوتایی، استفاده کرد.

اما این بزرگنمایی‌های کمتر (۷ تا ۱۰ برابر به ازای هر اینچ گشودگی دهانه) است که معمولاً لذت‌بخش‌ترین نتایج را در هر چشمی به دنبال دارد به این سبب که تصاویر شفاف و میدان دید گسترده و درخشان خواهند بود. (بحث درباره‌ی میدان دید چشمی‌ها را در فصل ۷ ببینید.)

توان گردآوری نور

همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد مهم‌ترین خصوصیت تلسکوپ گشودگی دهانه یا اندازه‌ی آن است. این عامل تعیین‌کننده‌ی *توان گردآوری نور*[۱] در آن است –یا این‌که اجرام در آن چقدر پُرنور دیده می‌شوند. در اینجا مهم است به این نکته توجه کنیم که وقتی گشودگی دهانه‌ی تلسکوپ دو برابر شود، توان گردآوری نور در آن دو برابر نمی‌شود بلکه چهار برابر می‌شود زیرا مساحت سطح اُپتیکی به نسبت مربع گشودگی دهانه افزایش می‌یابد. پس، تلسکوپی ۸ اینچی چهار برابر تلسکوپی ۴ اینچی توان گردآوری نور دارد. این به آن معناست که با اُپتیک‌های بزرگ‌تر اجرامی بسیار کم‌سو را می‌توان دید. مثلاً تلسکوپی ۲ اینچی معمولاً ستاره‌هایی از قدر ۱۰ را نشان می‌دهد در حالی‌که تلسکوپی ۱۶ اینچی می‌تواند ستاره‌هایی تا قدر ۱۵ –بیش از ۱۰۰ بار کم‌سوتر– را نمایان کند. (جدول حدّ قدر را در پیوست ۱ ببینید.) بیشتر رصدگران آسمان با تلسکوپی کوچک آغاز می‌کنند؛ اما با دانستن این‌که تلسکوپ بزرگ‌تر اجرام بیشتری را نشان می‌دهد دچار «تب گشودگی دهانه»[۲] می‌شوند؛ اینْ عطش سیری‌ناپذیر به داشتن تلسکوپی بزرگ‌تر است. البته جایی باید حدّی تعریف شود و مَثَلی هست که می‌گوید، هرچه تلسکوپ کوچک‌تر باشد بیشتر از آن استفاده می‌شود (البته به استثنای تلسکوپ‌هایی که به‌طور دائم نصب شده‌اند). از بین ما، آن‌هایی که بیش از یک تلسکوپ داریم می‌توانیم اعتراف کنیم که این مَثَل واقعاً حقیقت دارد!

۱- light-gathering power
۲- aperture fever

توان تفکیک

توانایی تلسکوپ را در نشان دادن جزئیات ریز در تصویری که تشکیل می‌دهد *توان تفکیک*[۱] آن می‌نامند. این کمیت را معمولاً به شکل مقداری زاویه‌ای با واحد ثانیه‌ی قوس (با علامت ") اعلام می‌کنند. از این ثانیه‌های قوس ۶۰ عدد در هر دقیقه‌ی قوس وجود دارد و هر ۶۰ دقیقه‌ی قوس یک درجه را در آسمان می‌سازند. قرص کامل ماه در فاصله‌ی متوسط خود از زمین نیم درجه، یا ۱۸۰۰ ثانیه‌ی قوس، از آسمان را می‌پوشاند. بنابراین یک ثانیه‌ی قوس واقعاً زاویه‌ای بسیار کوچک است!

تعدادی ملاک و معیار تجربی و نظری برای شرح توان تفکیک تلسکوپ وجود دارد که مشهورترین آن‌ها حدّ داوز[۲] است (جدول تفکیک را در پیوست ۱ ببینید که مقادیر متناظر برای سه تا از این ملاک‌ها را نشان می‌دهد). این معیار بیان می‌دارد که برای این‌که بدانید دو نقطه‌ی نورانی تقریباً هم‌روشنایی (مانند ستاره‌های دوتایی بسیار نزدیک) چند ثانیه‌ی قوس می‌توانند از هم فاصله داشته باشند و همچنان مانند دو نقطه‌ی جدا از هم دیده (تفکیک) شوند عدد ۴٫۵۶ را بر مقدار گشودگی دهانه‌ی تلسکوپ به اینچ تقسیم کنید. بنابراین، تلسکوپی ۳ اینچی توان تفکیکی برابر "۱٫۵ و تلسکوپی ۶ اینچی توان تفکیکی برابر "۰٫۷۶ خواهد داشت. این یعنی تلسکوپ دوم نسبت به تلسکوپ اول جزئیاتی تقریباً دو برابر ریزتر را تفکیک می‌کند. توجه کنید که توان تفکیک، برخلاف توان گردآوری نور، رابطه‌ای خطی است: با دو برابر شدن اندازه‌ی تلسکوپْ توان تفکیک هم دو برابر می‌شود. پس، در تئوری، هرچه تلسکوپ بزرگ‌تر باشد جزئیاتی که در تصویرش می‌بینیم بیشتر می‌شود. هرچند عامل محدودکننده‌ی بزرگ در اینجا ناپایداری جوّ است. آشفتگی‌های جوّی (یا آن‌طور که مشهور است: *دید*[۳]) رسیدن به توان تفکیکی کمتر از "۰٫۵ را در بهترین شرایط و کمتر از "۱ را در شرایط دید معمولی مشکل می‌کند –فرقی هم نمی‌کند تلسکوپ‌تان چقدر بزرگ باشد. (اخترشناسان حرفه‌ای امروز برای جبران اثرات دید ضعیف از سیستم *اُپتیک سازگار*[۴] استفاده می‌کنند، اما این فناوری بسیار پیشرفته بسیار فراتر از توانایی‌ها و بودجه‌ی هر منجم آماتور است.)

جالب است به این اشاره کنیم که یک ثانیه‌ی قوس در فاصله‌ی متوسط ماه تقریباً برابر است با ۱٫۶ کیلومتر بر سطح آن (قطر ۳۴۷۶ کیلومتری آن برابر است با ۱۸۰۰ ثانیه‌ی قوس). پس تلسکوپی ۴ اینچی می‌تواند دهانه‌ها و عوارضی به قطر ۱٫۶ کیلومتر یا همین حدود (و در عوارض خطی مانند شیارها و شکاف‌ها بسیار کوچک‌تر) را بر سطح ماه آشکار کند. علاقه‌مندان به دانستن بیشتر درباره‌ی توان تفکیک تلسکوپ‌ها می‌توانند به کتاب *ستاره‌های دوتایی و چندتایی و روش رصد آن‌ها*[۵] از نویسنده‌ی همین کتاب (جیمز مالِنی[۶]، انتشارات Springer، ۲۰۰۵) مراجعه کنند.

۱- resolving power
۲- Dawes' limit
۳- seeing
۴- adaptive optics
۵- *Double and Multiple Stars and How to Observe Them*
۶- James Mullaney

استقرار

دو نوع اصلی استقرار برای تلسکوپ‌ها وجود دارد. ساده‌ترین و سَبُک‌ترین آن‌ها استقرار سَمت-*ارتفاعی*[1] است که دو حرکت بسیار طبیعی بالا-پایین (ارتفاع) و گردشی (سَمت) را فراهم می‌کند که هنگام نشانه رفتن تلسکوپ به سوی آسمان استفاده از آن‌ها بسیار ساده است. نوع سنگین‌تر و پیچیده‌تر *استقرار استوایی*[2] است که یکی از محورهایش موازی محور چرخش زمین به دور خودش است. به این ترتیب می‌توان با حرکت دادن تلسکوپ حول این محور، با دست یا با موتور ردیاب، حرکت روزانه‌ی اجرام را در چشمی جبران کرد. وزن اضافی این نوع استقرار نسبت به تلسکوپ‌های سمت-ارتفاعی به این سبب است که برای مؤثرتر شدن این حرکات ردیابیْ باید در کلّ ابزار تعادل ایجاد کرد. در مدل‌های معمول آلمانیِ استقرار استوایی، این کار با افزودن وزنه‌هایی انجام می‌شود و در مدل‌های استوایی چنگالیْ تلسکوپ طوری در میان بازوهای چنگالی قرار می‌گیرد که خودش را به تعادل برساند. مدل دوم همان است که معمولاً در تلسکوپ‌های جمع‌وجور کاتادیوپتریک، که امروز خیلی محبوب شده‌اند، استفاده می‌شود.

در گذشته، با تلسکوپ‌های سمت- ارتفاعی نمی‌شد حرکت زمین را جبران کرد، زیرا تلسکوپ باید هم‌زمان در دو جهت حرکت کند تا این نتیجه حاصل شود. هرچند، امروز با پیشرفت ریزپردازنده‌ها این کار به‌نحوی بسیار مؤثر ممکن شده است. درواقع، تلسکوپ بازتابی مشهور ۲۰۰ اینچی هِیل[3] در پالومار[4] آخرین تلسکوپ غول‌پیکر حرفه‌ای بود که با استقرار استوایی نصب شد. تمام ابزارهای تحقیقاتی عظیم جهان امروز -ازجمله تلسکوپ دوچشمی ۴۰۰ اینچی کِک[5] در هاوایی- تلسکوپ‌های سمت-ارتفاعی کامپیوتری‌اند که بسیار موجب کاهش وزن، اندازه، و هزینه‌ی استقرار آن‌ها و نیز ساختمان رصدخانه‌های میزبان آن‌ها شده است. بازار تلسکوپ نیز خیلی زود از این رویه پیروی کرد و امروز تلسکوپ‌های سمت-ارتفاعی کامپیوتری سَبُک‌وزن به جای استقرارهای استوایی سنتی در اختیار رصدگران قرار دارند.

هر تلسکوپی (با هر نوع استقراری) که می‌خرید باید برای آزمایش پایداری آن «آزمون ضربه» را انجام دهید. به‌سادگی ابتدا جرمی را در مرکز میدان دید تنظیم کنید، سپس با کف دست باز ضربه‌ای آرام به سر لوله‌ی تلسکوپ بزنید و توجه کنید که چقدر طول می‌کشد تا تصویر دوباره ثابت شود.

استقراری خوب و پایدار، تغییرات را در عرض یکی‌دو ثانیه متوقف می‌کند، درحالی‌که در استقراری ضعیف و ناپایدار (مانند شکستی‌های ارزان‌قیمت در فروشگاه‌های نامعتبر) ممکن است تا ۱۰ ثانیه یا بیشتر طول بکشد! توجه داشته باشید که سه‌پایه‌های فلزی معمولاً تغییرات را به‌سرعت

۱- alt-azimuth mounting
۲- equatorial mounting
۳- Hale
۴- Palomar
۵- Keck



شکل۳-۳
مقرّ سمت-ارتفاعی چنگالی بسیار ثابت و خوش‌ساخت با پایه‌های چوبی (که به‌سبب تغییرات حرارتی نسبت به پایه‌های فلزی ترجیح داده می‌شوند).

یا به کارآمدی سه‌پایه‌های چوبی متوقف نمی‌کنند. متأسفانه پیدا کردن سه‌پایه‌های چوبی در بازار امروز مشکل شده است. همچنین، آگاه باشید که در برخی از تلسکوپ‌ها از پلاستیک در عدسی‌ها، یا لوله‌های تلسکوپ و به‌ویژه در مکـانیزم کانونی (فکوس) کردن و کلِّگی مقرّ استفاده می‌شود که این دو مورد آخر در هوای سرد، سِفت و سخت و حرکات‌شان نیز خشک و خشن می‌شوند.

استفاده‌ی سنتی از پیچ‌های مکانیکی تنظیمِ نشان‌دهنده‌ی بُعد و مِیل بر استقرارهای استوایی برای یافتن اجرام آسمانی (که در پی آن‌ها مدل دیجیتالی آمد) به‌سرعت ناپدید شد و جای خود را به سامانه‌های کـامپیوتری «Go-To» و سامانه‌ی واقعاً شگفت‌انگیـز GPS (سـامـانه‌ی موقعیت‌یـاب جهانی) می‌دهند. این شگفتی‌های فناوری را شرکت‌های سِلسترون و مید عرضه کردند و موقعیت‌یابی



شکل ۳-۴
نمونه‌ای مدرن از تلسکوپی که بر مقرّ استوایی آلمانی حجیم نصب شده است؛ یک اشمیت-کاسگرین سلسترون ۱۴ اینچی کاتادیوپتریک. این مقرّ هم، مانند بیشتر مقرهای پیشرفته‌ی امروزی، به سامانه‌های جرم‌یاب گو-تو و قابلیت‌های ردیابی مجهز است.

هزاران جرم آسمانی را با فشار فقط چند دکمه با قابلیت‌های ردیابی عالی ممکن ساختند. هرچند، برای رصدگران سنتی این ابزارها بیشترِ لذت کاوش آسمان را از بین برده‌اند و باعث شده‌اند که کاربران آن‌ها آسمان را به‌واقع نشناسند. رصدگری ماهر با یک نقشه‌ی خوب آسمان با استفاده از روش‌های سنتی و شروع با درخشان‌ترین ستاره و روش «پرش ستاره‌ای» معمولاً در کمتر از ۱۰ ثانیه به جرم هدف مورد نظرش می‌رسد! برای علاقه‌مندانی که دوست دارند از مزایای سامانه‌ی گو-تو بیشتر بدانند، در میان کتاب‌های بسیاری که در دسترس‌اند، می‌توانم به کتاب *چگونه از تلسکوپی کامپیوتری استفاده کنیم*[۱] اثر مایکل کاوینگتون[۲] (انتشارات Cambridge University، ۲۰۰۲) اشاره کنم. در این کتاب به نصب و کار کردن با چنین ابزارهایی از هر دو شرکت سلسترون و مید اشاره شده است.

۱- *How to Use a Computerizad Telescope*
۲- Michael Covington



شکل۳-۵

تلسکوپ‌های براق و مدرن امروزی با مقرّهای چنگالی با داشتن هم‌زمان مقرّ سمت-ارتفاعی و قابلیت ردیابی «استوایی» در هر دو محور به اضافه‌ی هم‌خطی جی‌پی‌اِس و هدف‌یابی خودکار -به‌کمک آخرین فناوری‌های کامپیوتری- تسهیلات جالبی را ارایه می‌کنند. در این تصویر مدل ۹٫۲۵ اینچی اشمیت-کاسگرین سلسترون را می‌بینید. نمونه‌ی بانک اطلاعاتی داخلی آن، شامل بیش از ۴۰ هزار جرم آسمانی، معمولاً در چنین ابزارهایی یافت می‌شود.

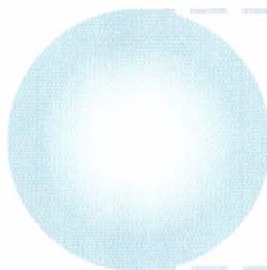
از دیدگاه من، که رصدگری تفنّنی هستم، هرگز مهم نبوده که هنگام رصدِ اجرام با تلسکوپی سمت-ارتفاعی (یا یک استوایی بی‌موتور) آن‌ها به‌آرامی از میدان دیدم بیرون بروند. این نه‌تنها نمایشی زنده از چرخش سیاره‌ی ما به دست می‌دهد، بلکه مثلاً در شب‌های رصدی عمومی، که مردم برای دیدن اجرام با تلسکوپ صف می‌بندند، باعث می‌شود هر نفر فرصت کوتاهی برای دیدن داشته باشد! و حرکت آهسته‌ی اجرام در میدان دید چشمی -به‌ویژه کم‌نورترها مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها- باعث می‌شود تصویر آن‌ها از مقابل شبکیه‌ی چشم حرکت کند که گاه موجب ظاهر شدن جزئیاتی می‌شود که در غیر آن‌صورت ممکن بود از دست برود.

در فکر هر اندازه و هر نوع ابزاری که هستید، به یاد داشته باشید که بهترین تلسکوپ برای شما آن است که بیشتر اوقات از آن استفاده کنید. من بر این باورم که با توجه به توان گردآوری نور، توان تفکیک، بزرگنمایی، اثر آشفتگی‌های جوّی، زمان خنک شدن اُپتیک، قابلیت حمل‌ونقل، و هزینه برای اهداف عمومیِ منجمان آماتور تلسکوپ‌های ۴ تا ۸ اینچی مطلوب‌ترین تلسکوپ‌ها هستند. انتخاب عاقلانه‌ی بسیاری از رصدگران این است که ابزاری کوچک و قابل حمل (معمولاً نخستین خریدشان) و نیز یکی بزرگ‌تر و با قابلیت حمل محدودتر داشته باشند که بهترین نتیجه را به دست آورند. در این حالت تلسکوپی میدان باز (RFT)، مانند آن‌هایی که در فصل ۴ و ۵ معرفی می‌شوند، انتخاب خوبی برای مدل نخست است.

سرانجام این‌که خوانندگانی که مایل‌اند به منبعی همه‌جانبه و کامل درباره‌ی تلسکوپ‌ها و لوازم جانبی آن‌ها مراجعه کنند باید اثر شگفت‌آور فیلیپ هارینگتون[1] را با عنوان *لوازم ستاره‌شناسی*[2] (انتشارات John Wiley، ۲۰۰۲) مطالعه کنند. وجوه تاریخی مربوط به تلسکوپ‌ها تا جای ممکن و به علل مشخص در این کتاب خلاصه شده است اما بی‌شک دانستن درباره‌ی تاریخ شگفت‌آور اختراع آن‌ها بر لذت استفاده از آن‌ها می‌افزاید. شاید معتبرترین در این میان کتاب کلاسیک *تاریخ تلسکوپ*[3] اثر هِنری کینگ[4] (چاپ مجدد از انتشارات Dover، ۲۰۰۳) باشد. آن‌هایی که به‌ویژه به تاریخ تلسکوپ‌های عتیقه ساخته‌ی استادانی چون خانواده‌ی کلارک، براشِر، فیتز، و دیگران علاقه‌مندند می‌توانند به وبگاه انجمن تلسکوپ‌های عتیقه در ایالات متحده به این نشانی سر بزنند: http://www.tecs.com/oldscopes.

۱- Philip Harrington
۲- Star Ware
۳- *The History of the Telescope*
۴- Henry King

فصل ٤



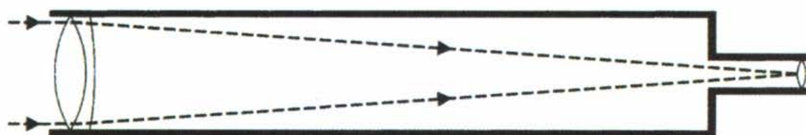
تلسکوپ‌های شکستی

آکروماتیک

نخستین نوع تلسکوپ‌ها *شکستی‌ها*[1] یا تلسکوپ‌های عدسی‌دار بودند. در نمونه‌های ابتدایی از یک عدسی شیئی تک برای جمع‌آوری نور و کانونی کردن آن و از یک چشمی ساده برای بزرگنمایی تصویر استفاده می‌شد. عدسی‌های تکی، به‌سبب ماهیت‌شان، تعدادی خطای اُپتیکی دارند که مهم‌ترین آن‌ها *اَبیراهی (خطای) رنگی*[2] است. این سبب می‌شود که نورهای دارای رنگ‌های متفاوت در نقاط متفاوت کانونی شوند که موجب شکل‌گیری هاله‌های نورانی به دور ماه، سیارات، و ستاره‌های درخشان می‌شود که کیفیت تصویر را تنزّل می‌دهد. خطای دیگر *اَبیراهی کُرَوی*[3] است -یعنی ناتوانی یک عدسی تک برای کانونی کردن همه‌ی پرتوهای نور در یک نقطه. هرچند، هرچه فاصله‌ی کانونی افزایش می‌یابد این خطاها میل به کاهش دارند. تلسکوپ‌ها، برای سود بردن از این مزیت، روزبه‌روز بلندتر شدند تا جایی که به ابعادی بسیار عظیم، حتی تا بیش از ۶۰ متر در یک مورد، رسیدند! (گالیله کشف‌های تاریخی خود را با استفاده از تلسکوپ‌های شکستی کوچک ابتدایی انجام داد. او، که برخلاف تصور عمومی، مخترع تلسکوپ نبود، نخستین کسی بود که از تلسکوپ برای رصد اجرام آسمانی استفاده و آنچه را دید منتشر کرد.)

سرانجام کشف شد که می‌توان اَبیراهی رنگی را با ترکیب دو نوع مختلف شیشه در عدسی شیئی به میزان قابل توجهی کاهش داد و همین منجر به ابداع تلسکوپ *شکستی آکروماتیک*[4] به دست چِستِر هال[5] و جان دالند[6]، به‌طور جداگانه، شد. این شکل تا به‌امروز نیز کاربرد داشته است؛

۱- refracting
۲- chromatic aberration
۳- spherical aberration
۴- achromatic refractor
۵- Chester Hall
۶- John Dolland



شکل ۴-۱
ساختار اپتیکی و مسیر نور در تلسکوپ شکستی آکروماتیک کلاسیک که دارای عدسی شیئی دو-جزئی است. (شکستی‌های آپوکروماتیک، که عدسی شیئی‌شان از سه عدسی یا بیشتر تشکیل شده، نیز امروز در میان منجمان آماتور طرفدار بسیاری دارند و در بخش بعدی درباره‌ی آن‌ها بحث خواهد شد.)

همه‌ی تلسکوپ‌های شکستی در بزرگ‌ترین رصدخانه‌های جهان (بزرگ‌ترینِ آن‌ها تلسکوپ ۴۰ اینچی کلارک در رصدخانه‌ی یِرکِز[1]) و نیز بیشتر ابزارهای در دسترس منجمان آماتور آکرومات‌های ابتدایی‌اند.

مشهورترین تلسکوپ در رده‌ی اخیر، تلسکوپ معروف شکستی «تو پوینت فور[2]» یا ۲/۴ اینچی (۶۰ میلی‌متری) است که بیشتر رصدگران آسمان، طی سالیان، کاوش‌های آسمانی خود را با آن آغاز کرده‌اند. این تلسکوپ‌ها (که در برخی کشورها به تلسکوپ‌های سوپرمارکتی معروف‌اند، زیرا آن‌ها را می‌توان از هر جایی خرید!) معمولاً از آسیای شرقی وارد می‌شوند و عموماً کیفیت اُپتیک‌شان از خوب تا ملالت‌بار تغییر می‌کند و دوربین‌های جوینده‌شان به درد نمی‌خورد و پایه‌های‌شان لرزان است. اما استثناءهایی نیز وجود دارند؛ شکستی‌های یونیترون، که از نظر اُپتیکی و مکانیکی برترند و در فصل یک به آن‌ها اشاره کردیم، همچنان در ژاپن ساخته می‌شوند. خواننده‌ای که در اندیشه‌ی خرید نخستین تلسکوپ خود است می‌تواند یک اسکای واچر ۷۰ تا ۸۰ میلی‌متری خوب پیدا کند؛ برای رصد «حاضر و آماده‌ی» آسمان با کمترین هزینه چیزی بهتر از آن نیست. در میان دیگر شرکت‌ها در بازار جهانی، سِلِسترون، اِدموند[3]، مید، و اوریون مدل‌های ابتدایی ارزان‌قیمت شکستی‌های ۶۰ تا ۹۰ میلی‌متری را با قیمت‌های ۱۰۰ تا ۳۰۰ دلار عرضه می‌کنند. و خوشبختانه بیشتر شرکت‌ها عاقبت از چشمی‌های کوچک‌تر از ۱/۲۵ اینچی، که معمولاً بر این تلسکوپ‌های ارزان‌قیمت قدیم سوار بودند، به چشمی‌های اندازه‌ی استاندارد آمریکایی با اُپتیک مرغوب روی آورده‌اند (بخش چشمی‌ها را در فصل ۷ ببینید). شکستی‌های آکروماتیکِ باکیفیت با اندازه‌های ۴ تا ۷ اینچی را شرکت‌هایی مانند ویلیام اُپتیکس، بُرگ، اسکای واچر، گوتو، هِلیوس، کُنوس، مید، مورناگان،

1- Yerkes
2- two point four
3- Edmund



شکل۴-۲
این مدل تلسکوپ شکستی آکروماتیک ۷۰ میلی‌متری استارسیکِر شرکت اوریون نمونه‌ی معمول تلسکوپ‌های کوچک در بازار است که به فناوری جرم‌یابی گو-تو (به کنترل‌گر دستی توجه کنید) مجهزند و قیمتی بسیار مناسب دارند.

اوریون، پاسیفیک‌تلسکوپ، اِستِلاروو، یونیترون، ویکسِن، زایس[1]، و دیگران در رده‌ی قیمت‌هایی از نیم میلیون تومان به بالا عرضه می‌کنند.

شاید بدانید که شکستی‌ها بالاترین کیفیت (واضح‌ترین تصویر) و کنتراست را در واحد گشودگی دهانه در میان همه‌ی انواع تلسکوپ‌ها دارند. این به آن سبب است که نور مسیری بی‌مانع را در این تلسکوپ طی می‌کند (یعنی، برخلاف تلسکوپ‌های بازتابی و ترکیبی هیچ آینه‌ی ثانویه‌ی تضعیف‌کننده‌ی تصویری سر راه نور نیست). آن‌ها همچنین تصویر بسیار ثابتی دارند که به‌سبب طراحی بسته‌ی لوله‌ی تلسکوپ (که جریان‌های حرارتی داخل مسیر نور را کاهش می‌دهد) و زمان سریع خنک‌شدگی، به‌سبب نازکی بخش‌های عدسی شیئی، است. همین عوامل باعث شده که این ابزار طی سالیان بهترین انتخاب برای بررسی‌های دقیق و واضح خورشید، ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتاییِ نزدیک باشد.

۱- William Optics, Borg, Sky Wathcher, Goto, Helios, Konus, Meade, Murnaghan, Orion, Pacific Telescope, Stellarvue, Unitron, Vixen, Zeiss

در اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که هر نوع تلسکوپ شکستی که در نهایت انتخاب کردید مطمئن شوید که تلسکوپ دارای ابزار *متوقف‌کننده‌ی خیرگی*[۱] درونی باشد. این ابزار شامل حلقه‌های سیاه تخت هم‌مرکز است که روی هرکدام یک سری شکاف‌های مُدَرّج وجود دارند و بزرگ‌ترینِ این حلقه‌ها نزدیک انتهای جلویی لوله‌ی تلسکوپ و به ترتیب کوچک‌ترها نزدیک چشمی تلسکوپ قرار دارند و درست با مخروط هم‌گرای نور، که عدسی شیئی آن را شکل می‌دهد، هماهنگ‌اند. هدف آن‌ها منع نور ستاره از ورود به تلسکوپ و رسیدن به چشمی است. شکستی‌های ابتدایی کم‌هزینه معمولاً دو یا سه متوقف‌کننده‌ی خیرگی دارند درحالی‌که تلسکوپ‌های مرغوب‌تر ممکن است تا ۵ عدد یا بیشتر داشته باشند. می‌توانید با نگاه کردن به درون لوله‌ی تلسکوپ از سمت عدسی شیئی آن و کج کردن آن تا جایی که بتوانید مسیر نور را ببینید تعداد این ابزار را در تلسکوپ خودتان بشمارید.



شکل ۴-۳

تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک ۱۰۱ میلی‌متری تِـله‌وو، که در اینجا می‌بینید، به یک چُپُقی آینه‌ای و یک چشمی نَگـلِر مجهز است. این یکی از بهترین تلسکوپ‌های شکستی است که تا به حال ساخته شده که همه‌ی انواع ابیراهی‌های اپتیکی ممکن را به بهترین نحو تصحیح می‌کند. این دستگاه‌ها، با رنگ‌های به‌شدت تصحیح‌شده با نسبت‌های کانونی کوتاه، بیشتر در اندازه‌های زیر ۶ اینچ در دسترس است و معمولاً بسیار بیشتر از شکستی‌های عادی قیمت دارد.

آپوکروماتیک

تلسکوپ‌های شکستی آکروماتیک سنتی، پس از بیش از دو قرن استفاده‌ی گسترده، حالا جای خود را به مدلی پیشرفته‌تر، به نام *شکستی‌های آپوکروماتیک*[۲]، می‌دهند. پیشرفتی نسبتاً تازه در این عرصه که در آن از پیشرفته‌ترین شیشه‌ها و طراحی‌های کامپیوتری استفاده می‌شود؛ مانند ابزارهایی با تصحیح عالی انواع ابیراهی، ازجمله رنگی، که با استفاده از سه عدسی (و گاهی حتی بیشتر) در ساخت عدسی شیئی آن به جای دو عدسی سنتی حاصل می‌شود. همچنین تعدادی تلسکوپ نیمه-

۱- glare stop

۲- Apochromatic refractor

آپوکروماتیک دوتایی[1] نیز در بازار موجودند؛ در این ابزارِ ترکیبی، از شیشه‌های پیچیده‌ای از جنس خاکِ کمیاب[2] و طراحی‌های پیچیده‌ی اُپتیکی استفاده شده تا به عملکرد سه‌عنصری دست پیدا شود. و درحالی‌که آکرومات‌های سنتی با فواصل کانونی حدود f/۱۱ تا f/۱۵ یا بیشتر کار می‌کنند تا ابیراهی‌ها را کنترل کنند (که موجب زیادی بزرگ و حجیم شدن آن‌ها می‌شود) آپوکرومات‌ها عموماً در فواصل کانونی f/۴ تا f/۶ (و برخی تا f/۹) کار می‌کنند. نتیجه تلسکوپ‌هایی بسیار جمع‌وجور و



شکل۴-۴

مدل شکستی نیمه‌آپوکروماتیک ۸۰ میلی‌متری میدان باز اکسپرسِ اوریون نماهای باز و روشنی از آسمان ارایه می‌کند. این مدل نیز، مانند بسیاری از شکستی‌های مرغوب امروز، هم به‌صورت لوله‌ی تنهای تلسکوپ در دسترس است و هم به‌صورت کامل با پایه و مقرّ (همان‌طور که در شکل می‌بینید).

۱- semi-apochromatic doublet

۲- rare-earth

بسیار قابل حمل‌ونقل است. اما این برتری عملکرد و قابلیت حمل عالی موجب بالا رفتن قیمت شده است؛ قیمت شکستی‌های آپوکروماتیک معمولاً از حدود نیم میلیون تومان، فقط برای خود تلسکوپ، شروع می‌شود و تا چند میلیون تومان برای یک تلسکوپ کامل ۴ تا ۷ اینچی بالا می‌رود.

از شرکت‌های سازنده‌ی این ابزارهای برتر اُپتیکی می‌توان به اَستروفیزیکس، مید، اِستلارووو، تاکاهاشی، تِله‌وو، و ویلیام اُپتیکس اشاره کرد.

میدان باز

بر طبق تعریف فنی، *تلسکوپ میدان باز*[1] (یا RFT؛ آن‌طور که گاه به آن اشاره می‌شود) تلسکوپی است که باتوجه به گشودگی دهانه‌اش بزرگ‌ترین میدان دید ممکن را ارایه می‌دهد. این اتفاق در بزرگنمایی ۴ برابر به ازای هر اینچ از گشودگی دهانه (یعنی ۱۶ برابر برای تلسکوپ ۴ اینچی) رخ می‌دهد. به‌سبب فاصله‌ی کانونی نسبتاً بلند در تلسکوپ‌های غیر RFT بیشترین میدان دیدِ آن‌ها فقط یک درجه یا همین حدود (یا دو قرص ماه در آسمان) است -حتی وقتی با کمترین توان ممکن از آن‌ها استفاده شود. اما تلسکوپ‌های RFT، با فاصله‌ی کانونی کوتاه‌شان، که معمولاً f/۴ تا f/۵ است، به‌سادگی به بزرگنمایی کم و درنتیجه به میدان دید وسیع ۳ تا ۴ درجه‌ای می‌رسند. کاوش آسمان -به‌ویژه ابرهای ستاره‌ای غنی در راه شیری- با یکی از این جواهرات واقعاً تجربه‌ی مهیّجی است! این تلسکوپ‌ها همچنین برای رصد مقارنه‌ی سیارات، خوشه‌های ستاره‌ای بزرگ مانند خوشه‌ی پروین (M۴۵)، و گرفت‌های ماه و خورشید (البته با فیلترهای مخصوص) نیز مناسب‌اند. آن‌ها همچنین نماهای واقعاً هیجان‌انگیزی با بزرگنمایی کم از خود ماه ارایه می‌دهند - به‌ویژه وقتی که از مقابل اجرام دیگر می‌گذرد (اختفا) و به‌صورتی سه‌بُعدی در فضا دیده می‌شود.

شکستی‌های آکروماتیک کوتاه-کانون با گشودگی‌های دهانه‌ی ۳ تا ۶ اینچی از شرکت‌های اسکای‌واچر، بُرگ، سلسترون، هلیوس، کُنوس، مید، اوریون (یکی از محبوب‌ترین RFTها مدل *لوله‌کوتاه*[2] ۸۰ میلی‌متری کوچک f/۵ با قیمت حدود ۲۰۰ هزار تومان بدون پایه است). بسیاری از شکستی‌های آپوکروماتیک کوتاه‌تر، که از سوی همین شرکت‌ها و نیز شرکت‌های دیگری مانند اَستروفیزیکس، تاکاهاشی، تی.بی.اِم، تِله‌وو، و ویلیام اُپتیکس ارایه می‌شوند، نیز تلسکوپ‌هایی برتر با میدان بازند - اما با قیمت‌هایی چند میلیون تومانی. بسیاری از RFTها، مانند لوله‌کوتاه‌ها، بدون پایه عرضه می‌شوند. آکرومات‌ها معمولاً سَبُک‌وزن‌اند و دست‌کم اندازه‌های کوچک‌ترشان را می‌توان روی سه‌پایه‌ی عکاسی نیز نصب کرد، درحالی‌که آپوکرومات‌ها معمولاً سنگین‌ترند و به یک پایه‌ی تلسکوپ واقعی نیاز دارند. (بحث درباره‌ی تلسکوپ‌های بازتابی میدان باز را در فصل ۵ ببینید.

۱- Rich-Field Telescopes

۲- ShortTube



شکل ۴-۵
تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک ۱۰۰ میلی‌متری (۴ اینچی) اِسکای‌پرو اوریون سوار بر مقرّ استوایی آلمانی متداول. این تلسکوپ با نسبت کانونی f/۹ یکی از بلندترین فاصله‌های کانونی را در میان آپوهای موجود در بازار دارد و به این ترتیب ابزاری عالی برای رصدهای ماه و سیارات است.

بلند-کانون

در سوی دیگر نسبت به تلسکوپ‌های دارای میدان باز، *شکستی‌های بلند-کانون*[۱] وجود دارند. این‌ها

۱- long-focus refractors

تلسکوپ‌های آکروماتیک ابتدایی‌اند، اما فواصل کانونی از f/۱۴ تا f/۲۰ و گاهی حتی بلندتر دارند. این منجر به تصاویری بسیار بزرگ و بزرگنمایی بالا می‌شود. این ابزارها برای رصدهای باکیفیت خورشید، ماه، و سیارات و نیز برای تفکیک ستاره‌ها در منظومه‌های دوتایی یا چندتاییِ نزدیک واقعاً برترنـــد. وقتی جوّ پایدار باشد نمای آسمان از درون آن‌ها بسیار دلپسند است! (بهترین تصاویری که من تا به حال با تلسکوپ دیده‌ام با تلسکوپ تاریخی ۱۳ اینچی فیتز-کلارک f/۱۴ در رصدخانه‌ی اَلگنی[۱] در پیتزبورگ، پِنسیلوانیا بوده است. در سال ۱۸۷۰، ساموئِل پیرپانت لَنگلی[۲] با این تلسکوپ جزییاتی را در لکه‌های خورشیدی دید و ثبت کرد که امکان تأیید آن وجود نداشت تا این‌که حدود یک قرن بعد تلسکوپ‌های سوار بر بالُن به پوش‌کره‌ی جوّ پرواز و از آن‌ها عکاسی کردند!)

متأسفانه، این نماها معایب چندی دارند. فواصل کانونی بلند و بزرگنمایی‌های زیاد به همان نسبت میدان دیدهای محدود -عموماً بسیار کمتر از یک درجه، حتی با استفاده از چشمی‌های میدان دید باز- با خود به همراه دارند. مهم‌تر این‌که این ابزارهای بلند ممکن است نسبتاً بزرگ و سنگین شوند و احتیاج به پایه‌ای محکم (و ساختارهای بزرگ‌تر، در صورت نصب در نوعی رصدخانه) داشته باشند. همچنین، با گرایش بیشتر این روزها به سوی شکستی‌های کوتاه‌تر و قابل حمل‌تر منابعی برای تهیه‌ی چنین تلسکوپ‌هایی نسبتاً محدودند. نمونه‌ای سنتی در بازار جهانی یونیترون است که یک شکستیِ آکروماتیک ۴ اینچی f/۱۵ را با قیمتی بالای ۱۰۰۰ دلار عرضه می‌کند. دیگری مدل دی‌اندجی اُپتیکال[۳] است که تلسکوپ‌های ۵ تا ۱۰ اینچی f/۱۰ را به‌طور سفارشی می‌سازد که البته در مدل‌های بزرگ‌تر قیمت به چند هزار دلار می‌رسد. تلسکوپ‌هایی با نسبت‌های کانونی بلندتر (که برای رصدهای باکیفیت ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتایی ایده‌آل‌اند) نیز باید سفارشی ساخته شوند که بی‌شک نسبت به تولید انبوه محصولات هزینه‌های بالاتری دارد. یک راه حل برای لوله‌های بلند این شکستی‌ها فشرده کردن سیستم اُپتیکی به نصف یا حتی یک‌سوم اندازه‌ی اصلی است. این کار با کمی کج کردن عدسی شیئی و استفاده از یک یا چند آینه‌ی تخت برای تا زدن مسیر نور انجام می‌شود. درحالی‌که بسیاری از سازندگان تلسکوپ‌های آماتوری شکستی‌های بلند-کانون تاشده ساخته‌اند، تا به حال هیچ نمونه‌ی تجاری از این مدل ساخته نشده است - یا دست‌کم زیاد در بازار باقی نمانده است! (تلسکوپ شکستی فرابلند-کانون ۲۴ اینچی در رصدخانه‌ی مشهور پیک‌دومیدی[۴] فرانسه نمونه‌ای چشمگیر از تلسکوپی حرفه‌ای است که مسیر نور در آن تا شده است.)

در اینجا باید به این اشاره کنم که با استفاده از عدسی بارلو ۲ یا ۳ برابر (که در اصل فاصله‌ی کانونی موجود را دو یا سه برابر می‌کند -فصل ۷ را ببینید) تلسکوپی با نسبت کانونی متوسط یا حتی کوتاه را می‌توان به تلسکوپی بلند تبدیل کرد. هرچند، کیفیت تصویر هرگز مانند تصویر تلسکوپ بلند-کانون واقعی (که به‌سبب تعدادی از عوامل اُپتیکیِ ظریف است) نمی‌شود.

۱- Allegheny

۲- Samuel Pierpont Langley

۳- D&G Optical

۴- Pic du Midi

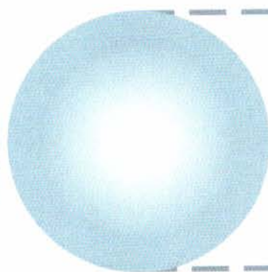
تلسکوپ خورشیدی

تقریباً از بیشتر تلسکوپ‌ها -به‌ویژه شکستی‌ها- می‌توان برای تماشای خورشید استفاده کرد به شرطی که به‌خوبی به فیلتر خورشیدی مناسبی - روی تمام دهانه یا بخشی از آن در قسمت عدسی شیئی- مجهز شده باشد (هرگز فیلتر را روی چشمی سوار نکنید!). اما نوع خاصی از تلسکوپ شکستی وجود دارد که مخصوص رصد خورشید ساخته شده است. این ابزار، نه‌تنها به‌خوبی تصویر خورشید را فیلتر می‌کند بلکه، از درون به فیلترهای باریک *گذر*[۱] مجهز است که برای طول‌موج‌های هیدروژن- آلفا تنظیم شده‌اند. به این ترتیب می‌توان به لایه‌های عمیق‌تر جوّ آشفته‌ی خورشید نگاهی انداخت و نیز رقص دلپذیر زبانه‌ها را به‌طور هم‌زمان بر لبه‌ی آن رصد کرد. منبع اصلی برای این ابزار شرکت کرونادو است که چند سال پیش در میان موجی از تحسین خط تولید تلسکوپ خورشیدی شخصی[۲] (PST) را راه انداخت که قطر دهانه‌اش از ۴۰ تا ۱۴۰ میلی‌متر بود. با این ابزارهای عالی می‌توان نماهایی شگفت‌انگیز از نزدیک‌ترین ستاره، یعنی خورشید، دید. قیمت تلسکوپ ۴۰ میلی‌متری کمتر از یک میلیون تومان است. همچنین اکنون نمونه‌ای از این ابزار حساس به نور کلسیم نیز وجود دارد. (کرونادو همچنین دوربین‌های دوچشمی باینومایت[۳] ۲۵×۱۰ و ۶۰×۱۲ فیلتردار مخصوص رصد خورشید در نور سفید با دو چشم را نیز عرضه کرده است.)

۱- narrow-bandpass

۲- Personal Solar Telescope

۳- BinoMite



فصل ۵

تلسکوپ‌های بازتابی

نیوتنی

خطاهای رنگی شدید در نمونه‌های نخستین تلسکوپ‌های شکستی خیلی زود منجر به ابداع تلسکوپ *بازتابی نیوتنی*[1] به دست سِر ایزاک نیوتن[2] شد. در این مدل از یک آینه‌ی اصلی سَهمَوی (یا کروی) مقعر برای جمع‌آوری نور و رساندن آن به نقطه‌ی کانون استفاده می‌شود. از آنجایی که نور هرگز از آینه‌ی شیشه‌ای عبور نمی‌کند و فقط از سطح آن بازتاب می‌شود، تصویر هیچ رنگ کاذبی ندارد. مخروط هم‌گراشده‌ی نور، که از آینه‌ی اصلی در ته لوله‌ی تلسکوپ بازتاب می‌شود، پیش از خروج از سر دیگر لوله به‌کمک یک آینه‌ی تخت کوچک (یا آینه‌ی چُپُقی) ۹۰ درجه از مسیر مستقیم منحرف می‌شود و سپس از کنار لوله‌ی تلسکوپ، جایی که کانونی می‌شود، خارج می‌شود. همه‌ی تلسکوپ‌های رصدخانه‌های بزرگ جهان امروزه یکی از انواع بازتابی‌ها هستند؛ ازجمله، تلسکوپ افسانه‌ای ۲۰۰ اینچی هِیل در پالومار و دوقلوهای ۴۰۰ اینچی کِک در هاوایی (و تلسکوپ فضایی مشهور هابل). یکی از علت‌ها این است که می‌توان آینه‌های عظیم آن‌ها را از عقب پشتیبانی کرد (به جای پشتیبانی از لبه‌ها که در عدسی‌های تلسکوپ‌های شکستی انجام می‌شود). همچنین به این سبب که لازم نیست خودِ شیشه کیفیت «اُپتیکی» داشته باشد زیرا نور صرفاً از سطح صیقلی و اندودشده‌ی آن بازتاب می‌شود و از خود شیشه عبور نمی‌کند (برخلاف شرایط در تلسکوپ شکستی).

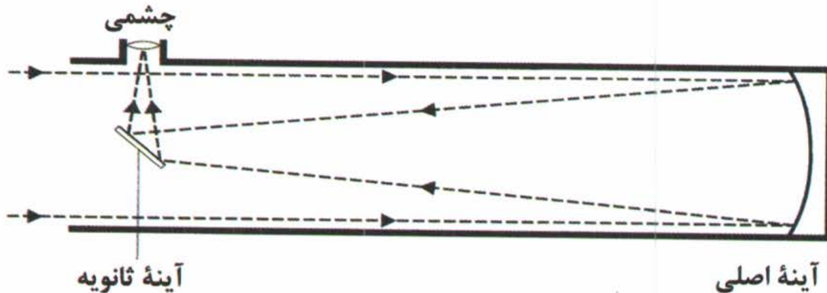
بازتابی‌ها مشکل اَبیراهی رنگی ندارند، اما مشکل دیگری دارند به نام خطای گیسو (یا *کُما*[3]) -کشیدگی دنباله‌مانند تصاویر که هرچه از مرکز میدان دید به سوی لبه‌ها حرکت می‌کنیم بیشتر

۱- Newtonian reflector

۲- Sir Isaac Newton

۳- coma

متوجه آن می‌شویم. فواصل کانونی در تلسکوپ‌های بازتابی از f/۴ (و گاه حتی تا f/۱ برای برخی ابزارهای حرفه‌ای برای کوتاه‌تر شدن اندازه‌ی آن) تا f/۸ یا f/۱۰، در تلسکوپ‌های آماتوری، تغییر می‌کند. هرچه فاصله‌ی کانونی کوتاه‌تر باشد خطای گیسو بدتر می‌شود.



شکل ۵-۱
ساختار اپتیکی و مسیر نور در تلسکوپ بازتابی نیوتنی کلاسیک. آینه‌ی سَهمَوی اصلی نور را به سوی آینه‌ی تخت ثانویه‌ی کوچکی بازتاب می‌کند که آن هم نور را به نقطه‌ی کانون در کناره‌ی لوله‌ی تلسکوپ هدایت می‌کند. بیشتر تلسکوپ‌های بزرگ تحقیقاتی دنیا انواع متعدد بازتابی‌ها هستند.

در فواصل کانونی بلندتر در میدان دید معمول یک درجه‌ای چشمی به‌سختی می‌توان خطای گیسو را تشخیص داد. همچنین، به‌سبب نقص اُپتیکی دیگری به نام ابیراهی کروی (که در فصل ۴ در موضوع نخستین شکستی‌ها شرح داده شد)، سطح بسیار منحنی آینه‌ی اولیه‌ی کوتاه-کانون باید به سَهمی تبدیل شود تا تمام پرتوهای نور بازتاب‌شده در یک نقطه‌ی مشترک کانونی شوند. اما هرچه فاصله‌ی کانونی بلندتر و انحنای آینه کمتر می‌شود، تشخیص تفاوت میان سَهمی و کُره دشوارتر می‌شود. پس شاید، گاهی، آینه کروی (سطحی اُپتیکی که ساخت آن بسیار ساده است) باقی بماند اما عملکردی مشابه آینه‌ای سهموی داشته باشد. معمولاً به‌صورت قانون بیان می‌شود که فاصله‌ی کانونی باید f/۱۰ باشد تا این اتفاق بیفتد. اما عدد واقعی بستگی به گشودگی دهانه‌ی تلسکوپ دارد و افزایش نیز می‌یابد. براساس نظریه‌های اُپتیکی برای تلسکوپ ۴٫۵ اینچی فاصله‌ی کانونی باید کمتر از f/۸ و برای تلسکوپ ۸ اینچی کمتر از f/۹ و برای تلسکوپ ۱۰ اینچی کمتر از f/۱۰ باشد.

معمولاً بحث‌های بسیاری بر سر دقت سطحی آینه‌های تلسکوپی وجود دارد. برای پاسخ قانع‌کننده به مقیاس مشهور ریلی[۱] درباره‌ی عملکردِ با دقتِ تا حدّ پراش[۲] (نقطه‌ای که در آن کیفیت تصویر به‌سبب ماهیت موجی نور، و نه کیفیت اُپتیکی، محدود می‌شود) خطای *نخستین جزء اُپتیکی بر سر راه نور*[۳] باید ۱/۴ اندازه‌ی طول موج نور یا کمتر باشد. از آنجایی که نور نخست وارد سطح آینه

۱- *Rayleigh*
۲- diffraction-limited performance
۳- *wavefront*

و سپس از آن خارج می‌شود، خطاهای سطح تشدید می‌یابد -یعنی دقت خود دستگاه اُپتیکی باید دست‌کم تا ۱/۸ اندازه‌ی طول‌مـــوج تنظیم شود تا در کـــــانون دقت به ۱/۴ اندازه‌ی طول‌مـــوج برسد. به‌ندرت به دقت طول‌مـــوج در شکستی‌ها اشاره می‌شود. در تلسکوپ‌های آکرومات (با عدسی ترکیبی دوجزء) چهار سطح -جلو و عقبِ هر جزء- و در آپوکروومات‌های معمول (با عدسی ترکیبی سه جزء) شش سطح وجود دارند و نور از هر سطح فقط یک بار می‌گذرد. خطاهای سطحی، که بر بخش‌های مختلف ایجاد می‌شوند، ظاهراً بیش از این‌که با هم ترکیب شوند یکدیگر را خنثی می‌کنند. درنتیجه، عدسی‌ای که دقت سطحش تا ۱/۴ اندازه‌ی طول‌مـــوج تنظیم شده باشد همچنان، از نظر خطاهای مجاز کلّی برای نخستین جزء اُپتیکی سر راه نور، با مقیاس رِیلی همخوانی دارد.



شکل۵-۲
تلسکوپ بازتابی نیوتنی ۶ اینچی کلاسیک اَستروویو اوریون را می‌بینید که بر مقرّ استوایی آلمانی سوار شده است. فاصله‌ی کانونی سنتی برای تلسکوپی ۶ اینچی، که مدت‌ها هم مورد پسند تلسکوپ‌سازان و رصدگران بود (و هنوز هم برای برخی هست)، f/۸ بود. اما در تلاش برای جمع‌وجورتر و قابل حمل‌تر کردن تلسکوپ‌ها ابزارهایی با فاصله‌ی کانونی کوتاه‌تر در بازار امروز پدیدار شده‌اند؛ مانند همین ابزار که دستگاهی با f/۵ است.

تلسکوپ‌های بازتابی ارزان‌قیمت را تعدادی از کارخانه‌ها در اندازه‌های ۳، ۴، و ۴/۵ اینچی با قیمت‌هایی از ۲۰۰ تا ۳۰۰ هزار تومان تولید می‌کنند. در این میان می‌توان به شرکت‌های اسکای واچر، سلسترون، کُنوس، اُریون، و پاسیفیک‌تلسکوپ اشاره کرد. در برخی از آن‌ها آینه‌ی اصلی کروی و در برخی دیگر سَهمَوی است و هر دو مدل تصاویر مطبوعی از ماه، سیارات، و اجرام درخشان‌تر اعماق آسمان ارایه می‌دهند. متأسفانه، آن‌ها معمولاً استقرارهای مناسبی ندارند که ممکن است برای مبتدیان آزاردهنده باشد. مانند تلسکوپ‌های شکستی، برای رصدهای عادی با بازتابی‌ها هم پایه‌های ساده و سبک‌وزنِ سمت–ارتفاعی بر پایه‌های سنگین‌وزن و عموماً دست‌وپاگیرِ استوایی ترجیح دارند. یکی از تلسکوپ‌های بازتابی مبتدیِ در خور توجه، که از مجلات نجومی معتبر جهانی نقدهای خوبی گرفته، مدل استاربلَست[۱] ۴/۵ اینچی اُریون یا دابسونی ۱۳۰ اسکای واچر است که در حال حاضر در بازار جهانی با قیمت کمتر از ۲۰۰ دلار فروخته می‌شوند. این تلسکوپ ها پایه‌ی دابسونی رومیزی دارند که استفاده از آن بسیار ساده است و بزرگنمایی این مدل ها از ۲۶ تا ۷۵ برابر است –توان بزرگنمایی ایده‌آل برای رصدهای عادی. درحالی که این تلسکوپ برای جوان‌ترها طراحی شده بود، آماتورهای مُسِن‌تر نیز از استفاده از آن لذت برند –به‌ویژه در جایگاه تلسکوپ دومِ با قابلیت



شکل۵–۳
نمونه‌ای مناسب از یک بازتابی دابسونی در دسترس؛ این مدل یک ۱۰ اینچی استارهاپرِ سلسترون است. در این ابزارها بیشترین گشودگی دهانه را به ازای مبلغ پرداختی دریافت می‌کنید! به همین سبب در میان رصدگران امروز بسیار محبوب شده است.

۱- StarBlast

حمل‌ونقل خوب. (فاصله‌ی کانونی کوتاه (f/۴) آن درواقع آن را واجد شرایط تبدیل شدن به تلسکوپ میدان باز – یا RFT – کرده که جلوتر به آن اشاره خواهد شد.)

دابسونی

نوع دیگری از بازتابی‌ها که در سال‌های اخیر در میان سازندگان تلسکوپ و رصدگران به یک اندازه، و به‌شدت، محبوب شده *بازتابی‌های دابسونی*[1] هستند. این مدل، که به نام «منجم پیاده‌رو[2]» و سازنده‌ی مشهور تلسکوپ –جان دابسون[3]– نام‌گذاری شده، درحقیقت نوعی استقرار، یعنی سمت



شکل۵-۴
خط تولید بازتابی‌های دابسونی اسکای‌کوئست اینتِلی‌سکوپِ اوریون به فناوری کامپیوتری پوش-پول-تو برای جرم‌یابی مجهز است. کنترل‌گر دستی (که اینجا روی مدل ۸ اینچی دیده می‌شود) در حینی که رصدگر تلسکوپ را حرکت می‌دهد موقعیت جرم مورد نظر را نشان می‌دهد تا این‌که علامت «null» روی صفحه‌ی نمایش دیده شود.

۱- Dobsonian Reflector
۲- Sidewalk Astronomer
۳- John Dobson

- ارتفاعی ابتدایی، است و نه گونه‌ای از دستگاه اُپتیکی. در مدل‌های دست‌ساز دابسونی معمولاً مواد ساده، مانند تخته‌سه‌لا برای پایه و قطعات تفلون برای یاتاقان‌ها و نیز لوله‌های مقوایی سخت برای خود تلسکوپ، به کار می‌رود. اما ابتکار دابسون بیش از این بوده است. او پیشگام استفاده از آینه‌های بسیار نازک -به‌ویژه فقط به ضخامت یک یا دو اینچ از جنس شیشه‌ی حسّاس (او نخست از شیشه‌ی پنجره‌ی کشتی استفاده کرد!)- در ساخت بازتابی‌هایی با گشودگی دهانه‌ی بسیار بزرگ تا ۲۴ اینچ بوده است. این اندازه‌ای است که تا پیش از ظهور دابسون در صحنه شنیده و دیده نشده بود که به دست آماتورها ساخته شده باشد. دیگر ویژگی متمایزکننده‌ی تلسکوپ‌های دابسونی فاصله‌ی کانونی کوتاه آن‌هاست -به‌ویژه f/۴ و f/۵ که آن‌ها را به نسبت گشودگی زیاد دهانه‌شان بسیار فشرده می‌کند. (درحقیقت، این نکته همچنین آن‌ها را واجد شرایط تبدیل شدن به تلسکوپی میدان باز - یا RFT- کرده که جلوتر به آن اشاره خواهد شد.)



شکل ۵-۵
مدل ۴/۲۵ اینچی استروسکَن اِدموند ساینتیفیک یکی از پُرفروش‌ترین بازتابی‌های کوچکی است که تا به حال ساخته شده و یکی از محبوب‌ترین تلسکوپ‌های میدان باز در بازار امروز است. چشمی ۱۶ برابر آن میدان دید باز ۳ درجه‌ای (یا ۶ برابر قرص ماه کامل در آسمان) در اختیارتان می‌گذارد و پنجره‌ی اُپتیکی منحصربه‌فردش آن را در برابر غبار و نیز آینه‌ی چُپُقی‌اش را محافظت می‌کند.



شکل ۵-۶
تلسکوپ بسیار محبوب بازتابی ۴/۵ اینچی استاربلَست اوریون که درواقع تلسکوپی میدان باز با مقرّ دابسونی است. این تلسکوپ به مدل رومیزی برای استفاده‌ی رصدگران نوجوان طراحی شده است (همان‌طور که در تصویر می‌بینید) اما دیگر رصدگران نیز به‌طور گسترده‌ای از آن در جایگاه تلسکوپ دوم استفاده می‌کنند.

بازتابی‌های دابسونی اکنون در اندازه‌های کوچکِ ۴ اینچی تا غول‌پیکر ۵۰ اینچی به‌طور گسترده‌ای در بازار در دسترس‌اند. شرکت کولتر[۱] نخستینِ چنین ابزاری را در سال ۱۹۸۰ با اندازه‌ی ۱۳/۱ اینچ f/۴/۵ به نام اُدیسه-۱[۲] با قیمت زیر ۵۰۰ دلار به بازار عرضه کرد و به دنبال آن هر دو مدل کوچک‌تر و بزرگ‌تر (ازجمله مدل ۱۷/۵ و ۲۹ اینچی!) آن را نیز روانه‌ی بازار کرد. متأسفانه این شرکت دیگر کار نمی‌کند اما تلسکوپ‌های عظیم و با قیمت مناسبش همچنان امروز هم استفاده می‌شوند. دابسونی‌های ارزان‌قیمت را امروز می‌توان از منابع بسیاری، همچون اسکای واچر، سلسترون، مید و اُریون با گشودگی دهانه‌هایی تا ۱۶ اینچ و قیمت‌هایی مناسب - که از زیر حدود ۳۰۰ هزار تومان برای تلسکوپی ۶ اینچی آغاز می‌شود - تهیه کرد. دابسونی‌های بزرگ‌تر را می‌توان از شرکت‌هایی نظیر دیسکاوری[۳]، آبسِشن[۴]، و اُریون با اندازه‌هایی تا ۵۰ اینچ و قیمت‌هایی چند میلیون تومانی تهیه کرد. نمای دیدنی‌های اعماق آسمان، مانند سحابی جبار (M۴۳,M۴۲)، خوشه‌ی جاثی (M۱۳)، و کهکشان آندرومدا (M۳۱)، از درون تلسکوپی دابسونی با گشودگی دهانه‌ی زیاد (حتی ۱۰ اینچی) واقعاً خیره‌کننده است، درحالی‌که نمای همین اجرام با تلسکوپ‌های ۱۴ اینچی و بالاتر کاملاً نفس‌گیر است!

۱- Coulter
۲- Odyssey-1
۳- Discovery
۴- Obsession

میدان باز

مانند شکستی‌ها، بازتابی‌های *میدان باز*[1] نیز بزرگ‌ترین میدان دیدِ ممکن به ازای گشودگی دهانه‌شان را دارند. این هم به‌سبب فواصل کانونی کوتاه (معمولاً f/۴) به دست آمده است که منجر به بزرگنمایی‌های کم و نماهای گسترده می‌شود. دو نمونه‌ی مشهور چنین ابزارهایی در بازار امروز مدل دابسونی ۱۳۰ و مدل ۴٫۵ اینچی f/۴ استاربلَست اُریون (پیش‌تر شرح داده شد) هستند که هر دو مقرّهای رومیزی محکم و قیمتی حدود۲۰۰ هزار تومان دارند. در بزرگنمایی ۲۶ برابر میدان دید ۲ درجه‌ای دارد و اجزای اُپتیکی هر دو به حدّ کافی خوب است که برای رصد ماه و سیارات از بزرگنمایی‌های بیشتر هم استفاده شــود. مدلی معروف به اَستروسکَن۶ [2] با همین اندازه دارای یک پنجره‌ی اُپتیکی است که لوله را آب‌بندی و از آینه‌ی چُپُقی محافظت می‌کند. شکل یگانه‌ی توپی‌شکل آن بر مقرّی آلومینیومی با سه صفحه‌ی محافظ سوار می‌شود که درواقع اتصالی محکم و «همه‌سَمت‌گَرد» ایجاد می‌کند که به‌سادگی به هر سو در آسـمان نشانه می‌رود.

همه این مدل ها سبک‌وزن‌اند و می‌توان در لحظه‌ای آن‌ها را برداشت و به هرکجا بُرد. البته توجه کنید که پایه‌ی رومیزی آن‌ها به هر حال برای استقرار ثابت به محلی محکم و ساکن برای قرار دادن نیاز دارند مانند یک میز پیک‌نیک. (مدل اَستروسکَن پذیرنده‌ی سه‌پایه نیز هست.)

از میانِ دیگر ویژگی‌های قابل افزودن به این تلسکوپ‌ها می‌توان به پایه‌ی سمت–ارتفاعی (که وزن کلّی مجموعه را به ۱۵ کیلوگرم می‌رساند) اشاره کرد. باوجود خطای ذاتی گیسو در این دستگاه‌های بازتابی، گشت زدن در آسمان‌ها با آن‌ها –به‌ویژه مجموعه‌های ستاره‌ای درون راه شیری– و تماشای خوشه‌های ستاره‌ای عظیم همچون خوشه‌ی پروین (M۴۵) یا خوشه‌ی کندوی عسل (M۴۴) سراسر هیجان است. افزون بر این، توان کم آن‌ها همچنان برای رصد عوارض سطح ماه، چهار قمر گالیله‌ای درخشان مشتری، و دیگر شگفتی‌های منظومه‌ی شمسی، مانند دنباله‌دارها، کافی است.

کاسگرین

خیلی زود پس از این‌که نیوتن تلسکوپ بازتابی را اختراع کرد، گیوم کاسِگرین[3] نوع تغییریافته‌ی آن را به جهان عرضه کرد که امروز آن را به نام بازتابی کاسگرین[4] می‌شناسیم. در این مدل به جای آینه‌ی تخت چُپُقی، که نور را به سوی کنار لوله‌ی تلسکوپ –یعنی چشمی– هدایت می‌کند، آینه‌ی ثانویه‌ی محدبی جانشین شده که مخروط هم‌گرای نور را به انتهای لوله و به درون روزنه‌ای در وسط

۱– rich-field reflectors

۲– Astroscan

۳– Guillaume Cassegrain

۴– Cassegrain reflector

آینه‌ی اولیه‌ی سَهمَوی هدایت می‌کند که نور در آنجا کانونی می‌شود. اما نور فقط خمیده نمی‌شود؛ شکل هذلولی آینه‌ی ثانویه زاویه‌ی مخروط هم‌گرای نور را چنان تغییر می‌دهد که گویی این نور از دوردست‌ها آمده است. این عمل فاصله‌ی کانونی مؤثر آینه‌ی اصلی را به میزان پنج برابر افزایش می‌دهد که درنتیجه به ابزاری با فاصله‌ی کانونی بسیار بلند دست می‌یابیم که در لوله‌ای بسیار کوتاه فشرده شده است. به این ترتیب به بزرگنمایی‌های بالا برای رصد (یا عکاسی از) ماه و سیارات یا برای دیگر استفاده‌ها، که در آن‌ها به مقیاس تصویر بزرگ‌تر نیاز داریم، دست می‌یابیم.

مانند تلسکوپ‌های شکستی، در کاسگرین‌ها نیز باید ورود نور به‌دقت محدود شود تا از مملو شدن میدان دید از نور جلوگیری شود. ابزارهای مانع خیرگی در این ابزار به‌دقت ماشین‌کاری وکاملاً سیاه‌رنگ شده‌اند و در مقابل آینه‌ی ثانویه و روزنه‌ی مرکزی آینه‌ی اصلی نصب شده‌اند. من، که از تلسکوپ‌های کاسگرین کلاسیک از ۶ تا ۳۰ اینچی استفاده کرده‌ام، هرگز تحت تأثیر کیفیت تصویر آن‌ها قرار نگرفته‌ام. نه‌تنها میدان دیدشان، به‌سبب تلفیق فاصله‌ی کانونی مؤثر بلندشان با انحنای شدید میدان دید، محدود است بلکه خود تصاویر گاهی به نظر می‌رسد که در اطراف «محو» می‌شود؛ بی‌شک شباهتی به تصاویر شفاف و واضح و پُرکنتراست تلسکوپ‌های شکستی و بازتابی نیوتنی ندارند.

بسیاری از شرکت‌های اُپتیکی، که از قدیم بازتابی‌های کاسگرین را به بازار نجوم آماتوری عرضه می‌کردند، اکنون در عوض به مدل ریچی-کرِتین[1]، که جلوتر شرح داده خواهد شد، روی آورده‌اند. در این میان برخی استثناءها عبارتند از، شرکت پارکس که این ابزارها را با اندازه‌های ۶ تا ۱۲/۵ اینچ در بازار جهانی با قیمت‌هایی از ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ دلار، و ویکسِن که مدل ۸ اینچی را با قیمت زیر ۲۰۰۰ دلار عرضه می‌کنند. شرکت اُپتیکال‌گایدَنس[2]، که بیشتر به‌سبب تولید مدل ریچی-کرتین مشهور است، خط تولید کاسگرین‌های کلاسیک کلاس تحقیقاتی را به راه انداخته و آن‌ها را در اندازه‌های ۱۰ تا ۲۳ اینچ با قیمت‌هایی از حدود ۸۰۰۰ دلار عرضه می‌کند. منبع دیگر شرکت پارالاکس[3] است که مدل ۱۰ اینچی را زیر ۵۰۰۰ دلار و مدل‌های ۱۲/۵ و ۱۶ اینچی را با قیمت‌های ۱۰ هزار تا ۲۰ هزار دلار عرضه می‌کند.

برخی از تولیدکنندگان، در پیشنهادی برای عرضه‌ی بهترین‌های هر دو مدل، ترکیبی از تلسکوپ‌های نیوتنی-کاسگرین را ارایه می‌کنند. یک آینه‌ی ثانویه‌ی قابل تعویض یا flip در حالت نیوتنی، میدان دیدی باز با f/۴ یا f/۵ و عملکردی کم‌توان ارایه می‌کند و در حالت کاسگرین توانی بیشتر با f/۱۰ تا f/۱۵ یا بیشتر فراهم می‌کند. این ابزار دوگانه قیمت نسبتاً بالایی دارد زیرا شما درواقع دو تلسکوپ را در یک بدنه می‌خرید. نمونه‌ای از این ابزار، مدل CN-۲۱۲ تاکاهاشی، تلسکوپ کاسگرین ۸/۳ اینچی (۲۱ میلی‌متری) f/۱۲ است که با یک آینه‌ی ثانویه‌ی قابل تعویض به نیوتنی f/۴ تبدیل می‌شود و در بازار جهانی قیمتی بیش از ۱۰ هزار دلار دارد. تولیدکننده‌ی

۱- Ritchey-Chrétien
۲- Optical Guidance
۳- Parallax

دیگر پارکس‌اُپتیکال است که تلسکوپ نیوتنی-کاسگرین f/۳٫۵-f/۱۵ را از اندازه‌ی ۶ تا ۱۶ اینچ در بازار جهانی با قیمتی از ۲۰۰۰ تا بیش از ۱۶ هزار دلار عرضه می‌کند. باز هم در هر نمونه‌ای از این ابزار ترکیبی، که من استفاده کردم، نماها در حالت نیوتنی از نظر شفافیت تصویر و میدان دید بسیار عالی‌تر از نماها در حالت کاسگرین بود.

شاید در اینجا برای‌تان عجیب باشد که چرا در این میان درباره‌ی ابزارهای مانع خیرگی و سدّ نور در بخش بازتابی‌های نیوتنی بحثی نکردم. این به آن علت است که در تلسکوپ‌های نیوتنی رصدگر به میان لوله‌ی تاریک و متقاطع با محور آن می‌نگرد به جای نگاه موازی محور لوله که در کاسگرین‌ها و شکستی‌ها اتفاق می‌افتد. به بیان دیگر، شما به سوی آسمان -جایی که نور ستاره از آنجا می‌آید- نگاه نمی‌کنید. هرچند، هنگام استفاده از نیوتنی‌ها نکته‌ی مهمی وجود دارد که باید به ذهن برسد. وقتی به درون چشمی نگاه می‌کنید، به‌صورت جنبی درواقع به بدنه‌ی خارجی تلسکوپ هم می‌نگرید که معمولاً ظاهری سفید و براق دارد. متأسفانه، این حالت بازتابنده‌ی خوبی از نور ستاره را در اطراف تلسکوپ ایجاد می‌کند و سازگاری چشم شما با تاریکی محیط را کاهش می‌دهد (فصل ۸ را ببینید). راه حلّی برای این مشکل قرار دادن صفحه‌ی تخت سیاه‌رنگی از جنس مقوای پوستر یا دیگر مواد دورتادور فکوسر/چشمی است. راه حلّ دیگر انداختن روکش پارچه‌ای سیاه عکاسی روی سر و انتهای تلسکوپ است. درواقع، بهترین رنگ برای لوله‌ی تلسکوپ قرمز (یا سیاه) است که سازگاری چشم با تاریکی را حفظ می‌کند مانند خواندن نقشه‌ی ستاره‌ها با نور قرمز. (من مشاور ساخت و فروش مدل استروسکن ادموند بودم که گاه آن را «توپ بولینگ قرمز» می‌خوانند. بدنه‌ی خارجی آن تماماً، و فقط به همین علت، قرمز است!)

ریچی-کرِتین

در تلاشی برای بهبود کیفیت تصویر تلسکوپ‌های بازتابی کاسگرین کلاسیک برای کار عکسبرداری، ژرژ ریچی و هنری کرِتین با هم سیستم فوق‌العاده‌ای را در اوایل دهه‌ی ۱۹۰۰ میلادی ابداع کردند که به ریچی-کرِتین معروف شد. در این تلسکوپ، که عموماً با فاصله‌ی کانونی مؤثر f/۸ یا f/۹ کار می‌کند، آینه‌های اصلی و ثانویه‌ی هذلولی آن نسبت به کاسگرین‌های معمولی میدان دیدی بزرگ‌تر و تخت‌تر، بدون هیچ‌گونه خطای گیسو، فراهم می‌کنند. و درحالی‌که این تلسکوپ در اصل برای اهداف عکاسی (و اخیراً عکاسی با سی‌سی‌دی) طراحی شده بود، در مدل‌های مدرن‌تر آن رصد عادی نیز عالی است. این مدل، که در ابتدا فقط از سوی چند رصدخانه‌ی حرفه‌ای منتخب استفاده می‌شد، از آن زمان انتخاب اصلی برای همه‌ی تلسکوپ‌های تحقیقاتی مهم در دهه‌های پیش بوده است؛ ازجمله دوقلوهای بازتابی عظیم ۴۰۰ اینچی کِک (که فعلاً بزرگ‌ترین تلسکوپ‌های نور مرئی در جهان‌اند) و خود تلسکوپ فضایی هابل.

از میان تولیدکنندگانی که نخست بازتابی‌های ریچی-کرتین را برای آماتورهای جدّی و رصدخانه‌های کوچک به بازار عرضه کردند می‌توان به این‌ها اشاره کرد: اُپتیکال‌گایدَنس در اندازه‌هایی از ۱۰ تا ۳۲ اینچی مانند کاسگرین‌های کلاسیکش. فاصله‌ی کانونی در این مدل‌ها حدود f/۸ و f/۹ و قیمت‌ها در بازار جهانی از ۱۰ هزار تا بالای ۲۰ هزار دلار است. رقیب مهم آن آرسی‌اُپتیکال است که در خط تولیدش از ۱۰ تا ۲۰ اینچی با فاصله‌ی کانونی f/۸ تا f/۱۰ و با قیمت‌های نزدیک به اُپتیکال‌گایدنس را تولید می‌کند. مثلاً مدل ۱۲٫۵ اینچی f/۹ محبوب آن قیمتی حدود ۱۴ هزار دلار دارد. شرکت مید چند سالی است خط تولید تلسکوپ‌های ریچی-کرتین f/۸ «با اُپتیک تصحیح‌شده» را در اندازه‌های ۱۰ تا ۱۶ اینچی و شرکت اُریون در اندازه‌های ۶ و ۸ اینچی راه‌اندازی کرده است. این تلسکوپ‌های بزرگ قطعاً مختص رصدگران ثروتمندی است که دوست دارند ابزارهای رصدخانه‌ای داشته باشند! بسیاری از تصاویر خیره‌کننده و زیبای دوربین‌ها یا سی‌سی‌دی‌ها از شگفتی‌های آسمان شب، که طی چند سال گذشته آذین‌بخش صفحات مجلات نجومی دنیا -به‌ویژه مجله‌ی آمریکایی *اسکای‌اندتلسکوپ*- بوده‌اند و برخی از آن‌ها با تصاویر تلسکوپ‌های بزرگ تحقیقاتی برابری می‌کنند، با تلسکوپ‌های ریچی-کرتین آماتوری گرفته شده‌اند. و از نظر رصدی نیز کیفیت تصاویر در آن‌ها نسبت به کاسگرین‌های معمولی بسیار بهبود یافته است.

دال-کرکهام

نوع دیگر تلسکوپ‌های بازتابی کاسگرینِ کلاسیک مدل دال-کرکهام است که آن را هاریس دالِ عینک‌ساز در سال ۱۹۲۸ ابداع کرد و سپس منجم آماتوری به نام آلن کرکهام آن را بهبود بخشید.

در این مدل از یک آینه‌ی اصلی بیضوی و آینه‌ی ثانویه‌ی کروی استفاده می‌شود که ساختن آن‌ها از آینه‌های کاسگرین‌های کلاسیک ساده‌تر و به همین سبب هم در میان تلسکوپ‌سازان آماتور بسیار محبوب شده است. فاصله‌ی کانونی مؤثر بلند آن (معمولاً f/۱۲ یا بیشتر) برای رصد ماه و سیارات عالی است اما این دستگاه هم دچار خطای گیسو و انحنای قابل‌توجه میدان دید است. تلسکوپ‌های دال-کرکهام به‌طور گسترده در بازار تلسکوپ در دسترس نیستند اما یکی از تولیدکنندگان این مدل تاکاهاشی است. سری مولان این شرکت مدل‌های ۷، ۸ و ۱۰ اینچی دارد که قیمت‌شان در بازار جهانی از ۵ هزار تا ۱۰ هزار دلار تغییر می‌کند.

کاسگرین تغییریافته

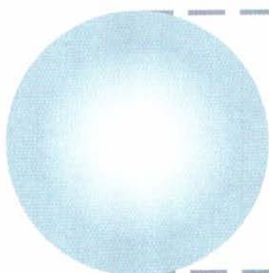
طی سال‌ها مدل‌های گوناگونی از تلسکوپ کاسگرین ساخته شده است. یکی از آن‌ها سیستم کوده است که منجمان حرفه‌ای از آن در کنار تلسکوپ‌های بازتابی کاسگرین و ریچی-کرتین استفاده می‌کنند. در این مدل آینه‌ی تخت سوم بالای آینه‌ی اصلی قرار می‌گیرد و جلو مخروط هم‌گرای نور را، که از آینه‌ی دوم می‌آید، می‌گیرد و آن را به سوی انتهای محور قطبی تلسکوپ هدایت می‌کند. با این کار، صرف‌نظر از این‌که تلسکوپ به چه سمتی از آسمان نشانه رفته باشد، محل کانون ثابت باقی می‌ماند و می‌توان نور را به درون طیف‌نگارها و دیگر ابزارهایی هدایت کرد که آن‌قدر بزرگ‌اند که امکان جابه‌جایی آن‌ها همراه تلسکوپ وجود ندارد. همچنین می‌توانیم درحالی‌که اندازه‌ی خود تلسکوپ را کوچک نگه می‌داریم به فاصله‌ی کانونی مؤثر بسیار بلندی (معمولاً f/۳۰ یا بیشتر) دست یابیم.

نوع دیگر تلسکوپ کاسگرین تغییریافته است. در این مدل آینه‌ی تخت سوم نور را به بیرون و کنار لوله نزدیک انتهای آن هدایت می‌کند (با مقرّ چنگالی، این نقطه‌ی خروج نور معمولاً درست بالای نقطه‌ی تعادل تلسکوپ، محل اتصال لوله به محورها، قرار می‌گیرد). در هر دو حالت کوده و کاسگرین تغییریافته نیازی به ایجاد حفره در آینه‌ی اصلی وجود ندارد مگر به دلخواه. این همان سیستمی است که در تلسکوپ بازتابی ۱۰۰ اینچی هوکِر در رصدخانه‌ی مونت‌ویلسون استفاده شده که در آینه‌ی اصلی غول‌پیکر آن هیچ حفره‌ی مرکزی وجود ندارد. با قرار دادن آینه‌ی سوم در تلسکوپی با مقرّ چنگالی، طوری که نور را درست به بیرون یکی از محورها بفرستد، می‌توان صرف‌نظر از این‌که ابزار کجا را نشانه گرفته است ارتفاع چشمی را ثابت نگه داشت. این مدل، که آن را جیمز نِیسمیت برای استفاده در تلسکوپ ۲۰ اینچی نیوتنی-کاسگرین خودش با آینه‌های فلزی و استقرار سمت‌ارتفاعی ابداع کرد، به کانون نِیسمیت مشهور است. این سیستم امروز به‌طور گسترده‌ای در تلسکوپ‌های رصدخانه‌ای سمت‌ارتفاعی با مقرّ چنگالی استفاده می‌شود، ازجمله دوقلوهای ۴۰۰ اینچی کِک که در آن‌ها نور به ابزارهایی هدایت می‌شود که درست بیرون بازوهای چنگالی قرار گرفته‌اند. بسیاری از تلسکوپ‌سازان آماتور این سیستم‌ها را برای خودشان می‌سازند تا هنگام رصد به‌آسودگی بنشینند. امروز در بازار تجاری تلسکوپ‌ها نمی‌توانید سیستم کوده یا کاسگرین تغییریافته بیابید، مگر مدل‌های سفارشی. حالت کاسگرین تغییریافته در تلسکوپ‌های کاتادیوپتریک (فصل ۶ را ببینید) نیز، مانند بازتابی‌ها، استفاده شده است. تلسکوپ فوق‌العاده‌ی ۶ اینچی f/۱۵ سِلِستار ماکستوف-کاسگرین فِکِر از اواخر دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی یکی از این نمونه‌ها بود.

خارج از محور

در نخستین بازتابی‌ها به جای اندودهای بازتابنده بر شیشه، که بعداً باب شد، از آینه‌هایی ساخته‌شده از فلز استفاده می‌شد. سِر ویلیام هرشل، برای کاهش هدررفت نور از آینه‌ی چُپقی تلسکوپ‌های بازتابی‌اش، آینه‌های اصلی آن‌ها را طوری مایل کرد که کانون را به کنار مسیر نور در بالای لوله‌ی تلسکوپ هدایت کند؛ جایی که چشمی قرار می‌گرفت. این مدل بازتابی مسدودنشده یا خارج از محور به مدل هرشلی نیز مشهور شد. طرح‌های گوناگون دیگری، که در آن‌ها آینه‌های اصلی مایل شدند و با استفاده از آینه‌ی تخت اضافی و بدون حضور آینه‌ی دوم نور کانونی می‌شد، را هم تلسکوپ‌سازان آماتور مدرن عرضه کردند که یکی از عجیب‌وغریب‌ترین آن‌ها تلسکوپ شیف‌شپیگلِر است. همه‌ی ابزارهای خارج از محور باید فاصله‌ی کانونی مؤثر بلندی (معمولاً دست‌کم f/۱۰) داشته باشند تا بتوان آینه‌ی اصلی آن‌ها را به این منظور به‌طور مؤثری مایل کرد.

در سال ۲۰۰۴، شرکت اُریون نمونه‌ی تغییریافته‌ی ۳٫۶ اینچی f/۱۳٫۶ را از مدل هرشلی به بازار عرضه کرد. به جای این‌که تصویر مستقیماً از چشمی در انتهای بالای لوله دیده شود، همان‌طور که در تلسکوپ هرشل بود (اینجا به‌سبب گشودگی کم دهانه کاملاً غیرعملی است)، آینه‌ای تخت بیرون از مسیر ورودی اُپتیکی، نور را متقاطع با لوله و خارج از آن به سوی کانونی‌کننده‌ی استانداردی هدایت می‌کند. شرکت دیگر دی‌جی‌اِم است که مدل‌هایی از ۴ تا ۹ اینچی را با فاصله کانونی‌های حدود f/۱۰ عرضه می‌کند. ساختار اُپتیکی آن‌ها هم مشابه اُریون است، با این تفاوت که آینه‌ی ثانویه، به جای آن‌سوی لوله نسبت به کانونی‌کننده، خارج از محور درست زیر خود کانونی‌کننده قرار گرفته است. تلسکوپ‌های خارج از محور مسدودنشده برای رصدگران عملکردی مشابه شکستی‌ها به همراه درستی رنگ بازتابی‌ها به ارمغان می‌آورند - البته با قیمتی بسیار بالاتر نسبت به مدل ساده‌ی نیوتنی با گشودگی دهانه‌ی یکسان.



فصل ۶

تلسکوپ های کاتادیوپتریک

ماکستوف-کاسگرین

اختراع تلسکوپ‌های شکستی و بازتابی با فاصله‌ی زمانی ۶۰ سال از هم رخ داد اما تا حدود سه قرن پس از آن تلسکوپ جدیدی ابداع نشد. آن هنگام بود که فکر تلفیق ویژگی‌های دو تلسکوپ بازتابی و شکستی در یک تلسکوپ در ذهن طراحان تلسکوپ شکل گرفت و تلسکوپ کاتادیوپتریک (یا مرکّب) خلق شد. در سال ۱۹۳۰، برنهارد اشمیت[۱] از تیغه‌ی تصحیح‌کننده‌ی نازک انحنادار در یک تلسکوپ نیوتنی سریع استفاده کرد تا میدان دید را برای عکاسیِ میدان دید باز شفاف و تخت کند و به این ترتیب دوربین اشمیت پا به عرصه گذاشت. یک دهه بعد، دیمیتری ماکستوف[۲] یک عدسی هلالی[۳] را با تلسکوپ بازتابی کاسگرین تلفیق کرد تا عملکرد رصدی و عکاسی آن را به‌شدت بهبود بخشد و حاصل تلسکوپ ماکستوف-کاسگرین شد.

در این دستگاه، هرگونه خطای ذاتی، حاصل از آینه‌ی اصلی کرویِ مایل، در نور واردشده از عدسی هلالی تصحیح می‌شود. آن‌گاه مخروط هم‌گرای نور، که از آینه‌ی اصلی می‌آید، به سوی انتهای لوله و آینه‌ی ثانویه‌ی نصب‌شده پشت عدسی هلالی بازتاب می‌شود. در طرح تغییریافته‌ی این تلسکوپ، که به گرگوری-ماکستوف[۴] مشهور است و جان گرگوری[۵] در سال ۱۹۵۷ آن را ابداع کرد، آینه‌ی ثانویه درواقع لکه‌ی آلومینیوم‌اندودشده‌ای بر مرکز سطح سیاه خودِ عدسی هلالی است. بسیاری از ابزارهایی که امروز در بازار با عنوان ماکستوف-کاسگرین فروخته می‌شوند از همین سیستم استفاده می‌کنند و بنابراین درواقع گرگوری-ماکستوف به شمار می‌آیند.

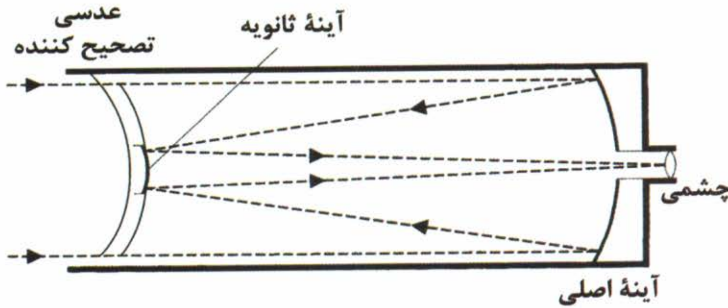
۱- Bernhard Schmidt

۲- Dimitri Maksutov

۳- یا meniscus lens نوعی عدسی است که یک سوی آن محدب و سوی دیگرش مقعر است.

۴- Gregory-Maksutov

۵- John Gregory



شکل ۶-۱

ساختار اپتیکی و مسیر نور در تلسکوپ کاتادیوپتریک. مدلی که در اینجا می‌بینید یک ماکستوف-کاسگرین است که در آن از یک عدسی هلالی ضخیمِ به‌شدت انحنادار برای کاهش اَبیراهی‌های آینه‌ی اصلیِ به‌شدت کروی استفاده شده است.



شکل ۶-۲

تلسکوپ افسانه‌ای کاتادیوپتریک ۳/۵ اینچی ماکستوف-کاسگرین کیوستار، که مدت‌ها بهترین تلسکوپ کوچکِ تا به حال ساخته‌شده تصور می‌شد. این ابزار زیبا واقعاً اثری هنری است؛ هم از نظر اُپتیکی و هم از نظر مکانیکی. در این تصویر مدل رومیزی سمت-ارتفاعی آن را می‌بینید اما همچنان مدلی دارد با پایه که بر مقرّ استوایی هم نصب می‌شود. نقشه‌ی آسمان حکّ‌شده بر بدنه‌ی بیرونی لوله (که می‌چرخد) به سمت جلو حرکت می‌کند و همچون درپوش ضدّ شبنم عمل می‌کند و نیز نقشه‌ی حکّ‌شده‌ای از عوارض ماه بر لوله‌ی اصلی تلسکوپ نمایان می‌شود. یک جوینده‌ی آینه‌ای تاشونده که از میان خود چشمی کار می‌کند و نیز یک عدسی بارلو تاشونده به سوی بیرون و درون برخی از دیگر ویژگی‌های منحصربه‌فرد این ابزارند.

نخستین تلسکوپ کاتادیوپتریک جهان که به بازار تجاری عرضه شد مدل کیوستار[۱] ۳/۵ اینچی f/۱۴ ماکستوف-کاسگرین بود که آن را لارنس بریمِر[۲] در سال ۱۹۵۴، پس از بیش از یک دهه آزمون و بهبود، ارایه کرد. (این تلسکوپ همچنین رکورددار طولانی‌ترین زمان تولید پیوسته در میان دیگر تلسکوپ‌های جهان است؛ اکنون بیش از نیم قرن است که تولید می‌شود!) این ابزار عالی به همان اندازه که به‌سبب لوله‌ی زیبا و به‌دقت ماشین‌کاری شده و مقرّ چنگالی رومیزی‌اش تحسین شده، همان‌قدر هم برای کیفیت بی‌نظیر اُپتیکی‌اش نظرها را به خود جلب کرده است. مدل ابتدایی ۳/۵ اینچی این تلسکوپ، که در ابتدا در بازار جهانی قیمتی حدود ۹۰۰ دلار داشت، امروز به بیش از ۴ هزار دلار رسیده که واقعاً آن را مختص رصدگران متموّل و مجموعه‌داران می‌کند. (گه‌گاه شاید بتوان این مدل را در بازار دست دوم به نصف این بها پیدا کرد.) مدل ۷ اینچی و مدل سفارشی رصدخانه‌ای ۱۲ اینچی آن را هم می‌توان با قیمت‌هایی به‌مراتب بالاتر پیدا کرد.



شکل ۶-۳
برادر بزرگ‌تر کیوستار! یک ماکستوف-کاسگرین ۷ اینچی. این ابزار با اندازه‌ی دو برابر برادرش توان تفکیکی دو برابر و توان گردآوری نوری چهار برابر آن دارد. البته قیمت و وزن آن نیز بسیار بیشتر است.

۱- Questar
۲- Lawrence Braymer



شکل ۶-۴
هر دو شرکت مید و اوریون نسخه‌ای از تلسکوپ ماکستوف-کاسگرین کیوستار گران‌قیمت را به قیمتی مناسب به بازار عرضه کرده‌اند. در این تصویر یک تلسکوپ کاتادیوپتریک استارمَکس ۱۲۷ میلی‌متری (۵ اینچی) اوریون را سوار بر مقرّی استوایی می‌بینید (که می‌توانید آن را به‌صورت لوله‌ی تلسکوپ و رابط سه‌پایه بخرید). این تلسکوپ همچنین در اندازه‌های ۹۰ میلی‌متری (به اندازه‌ی کیوستار کوچک‌تر) و ۱۰۲ میلی‌متری نیز یافت می‌شود.

در دهه‌ی ۱۹۹۰، شرکت مید درواقع مدل قابل خریداری کیوستار را به بازار عرضه کرد: تلسکوپ ماکستوف-کاسگرین ETX-۹۰ ۳٫۵ اینچی f/۱۳٫۸ به قیمت حدود ۵۰۰ دلار! بلافاصله پس از آن مدل‌های ۴ اینچی f/۱۴ و ۵ اینچی f/۱۵ نیز به بازار عرضه شدند. سرانجام نیز یک ۷ اینچی f/۱۵ به خط تولید سری ETX-۲۰۰ آن اضافه شد. به‌سبب همین قیمت‌گذاری‌های اقتصادی بر ابزارهای ذاتاً گران‌قیمت است که مید شرکت پیشگام در تولید انبوه تلسکوپ است. تلسکوپ‌های سری ETX آن‌چنان محبوب شدند که در سال ۲۰۰۲ دو کتاب کامل درباره‌ی آن‌ها به بازار نشر راه پیدا کرد: *استفاده از مید ای‌تی‌ایکس*[۱]، نوشته‌ی *مایک ویزنر*[۲] (انتشارات Springer)، و *راهنمای تلسکوپ ای‌تی‌ایکس*[۳]، نوشته‌ی *لیلیان هابز*[۴] (انتشارات Broadhurst, Clarkson & Fuller).

۱- *Using the Meade ETX*
۲- Mike Weasner
۳- *The ETX Telescope Guide*
۴- Lilian Hobbs

در سال ۲۰۰۱، اُریون با تلسکوپ ماکستوف-کاسگرین استارمَکس[۱] ۹۰ میلی‌متری f/۱۴ خود با قیمت حدود ۳۰۰ دلار وارد این عرصه شد و پس از آن مدل‌های ۱۰۲ میلی‌متری، ۱۲۷ میلی‌متری، و ۱۵۰ میلی‌متری را نیز با قیمت‌هایی تا ۷۰۰ دلار عرضه کرد. در حال حاضر بزرگ‌ترین عرضه‌کننده‌ی تلسکوپ‌های ماکستوف در اندازه‌های ۹۰ تا ۱۸۰ میلی‌متری شرکت اسکای واچر است.

اشمیت-کاسگرین

محبوب‌ترین و مشهورترین سیستم کاتادیوپتریک تلسکوپ اشمیت-کاسگرین[۲] (یا آن‌طور که گاه خوانده می‌شود، SCT) است. در این مدل یک تیغ تصحیح‌کننده‌ی نازک انحنادارِ اشمیت برای جبران ابیراهی آینه‌ی اصلی کروی سریع به ابزار مدل کاسگرین اضافه و آینه‌ی ثانویه پشت این صفحه نصب شده است. بنیان‌گذار شرکت سلسترون، تام جانسون[۳]، نخستین نمونه‌ی تجاری این تلسکوپ را در سال ۱۹۷۰ به بازار عرضه کرد. این همان مدل کلاسیک C۸ با مقرّ چنگالی و ابعاد ۸ اینچ f/۱۰ سوار بر سه‌پایه‌ی سبک‌وزن مستحکم بود که سرانجام با عنوان پُرفروش‌ترین تلسکوپ در جهان جایگزین تلسکوپ شکستی ۲/۴ اینچی (۶۰ میلی‌متری) شد. (نخستین نمونه‌های تلسکوپ SCT در ابعاد ۱۰ و ۱۶ اینچی نیز به بازار آمده بودند اما آن‌ها هم خیلی زود جای خود را به C۸ دادند. امروز هنوز می‌توان گاهی آن‌ها را در بازار دست‌دوم پیدا کرد.)

در کنار تلسکوپ C۸ مدل‌های ۵، ۹/۲۵، ۱۱، و ۱۴ اینچی (که به ترتیب به C۵، C۹/۲۵، C۱۱ و C۱۴ مشهورند) نیز به خط تولید اضافه شدند. (سلسترون همچنین تعداد محدودی تلسکوپ ۲۲ اینچی مدل SCT برای رصدهای خصوصی ساخت. من شخصاً چند شب متوالی را در رصدخانه‌ای بر فراز یک کوه با یکی از این جواهرات به رصد آسمان پرداخته‌ام. نمای اجرام اعماق آسمان با آن به‌راستی خارق‌العاده بود!) انواع گوناگونی از مقرّهای استوایی آلمانی از مدل‌های سنتی گرفته تا کامپیوتری‌های منحصربه‌فرد، سمت‌ارتفاعی‌ها، و چنگالی‌های تک‌بازویی برای این تلسکوپ‌ها پیشنهاد شده‌اند؛ از مقرّ ابتدایی با سیستم گوتو[۴] به نام «نِکس اِستار[۵]» تا سیستم‌های جی‌پی‌اس[۶] با جدیدترین تکنولوژی.

در سال ۱۹۸۰، شرکت مید خط تولید وسیع تلسکوپ‌های اشمیت-کاسگرین خود را عرضه کرد که از ۸ اینچی شروع شد و سرانجام به ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ اینچی رسید. این سری LX۲۰۰ نیز، مانند سلسترون، همراه با قابلیت‌های گوتو و جی‌پی‌اِس و مقرّ چنگالی سمت‌ارتفاعی کامپیوتری ارایه می‌شوند. سیستم اتوستار آن‌ها درواقع نخستین سیستم گوتوی کامپیوتری برای تلسکوپ‌های

۱- StarMax
۲- Schmidt-Cassegrain
۳- Tom Johnson
۴- Go-To
۵- NexStar
۶- GPS

تجاری بود. مدل ۱۶ اینچی رصدخانه‌ای یا همراه مقرّ سمت‌ارتفاعی یا چنگالی استوایی آلمانی عرضه می‌شود.



شکل۶-۵
شکلی جدید از تلسکوپ کلاسیک اشمیت-کاسگرین ۸ اینچی کاتادیوپتریک نارنجی‌رنگ سلسترون که آغازگر محبوبیت رو به افزایش تلسکوپ‌های جمع‌وجور بود. این ابزار امروز ویژگی‌های مدرنی دارد، ازجمله مقرّ چنگالی تک‌بازویی سمت-ارتفاعی و جرم‌یاب گوتو کامپیوتری.

به دنبال محبوبیت بی‌اندازه‌ی تلسکوپ ۸ اینچی SCT سلسترون، شرکت کریتریون نیز مدل ۸ اینچی خودش را با نام دایناَمکس[1] با قیمتی کمتر از C۸ به بازار عرضه کرد. شرکت‌های باوش و

۱- Dynamax

لُمب‌بوشنل، زمانی که از کریتریون پیشی گرفتند، در کنار تولید این ابزار مدل‌های ۴ و ۶ اینچی را نیز روانه‌ی بازار کردند. متأسفانه، عملکرد سری داینامکس هرگز به سطح کیفیت اُپتیکی و مکانیکی سلسترون (و بعد مید) نرسید و سرانجام تولیدش متوقف شد. این تلسکوپ‌ها را هنوز می‌توان در بازار ابزارهای دست دوم پیدا کرد و عموماً نیز قیمت‌شان بسیار پایین‌تر از مدل SCT سلسترون و مید دست دوم است. منبعی عالی برای آن‌ها که خواهان خرید تلسکوپ مدل SCT هستند کتاب *انتخاب و استفاده از تلسکوپ‌های اشمیت-کاسگرین*[1] نوشته‌ی راد مالیس[2] (انتشارات Springer، ۲۰۰۴) است.

اشمیت-نیوتنی

شرکت مید، در تلاشی برای تصحیح خطای گیسو در بازتابی‌هایی با فاصله‌ی کانونی کوتاه، مدل اشمیت-نیوتنی را سال‌ها پیش در اندازه‌های ۶، ۸ و ۱۰ اینچی به بازار عرضه کرد. یک تیغه‌ی تصحیح‌کننده‌ی اشمیت در بالای لوله قرار می‌گیرد که درست در لبه‌ی میدان دید چشمی تصویری واقعاً منحنی ایجاد می‌کند. این تیغه همچنین تلسکوپ را در برابر گردوغبار و جریان‌های حرارتی عایق‌بندی می‌کند و احتیاج به پشتیبان آینه‌ی ثانویه را کاهش می‌دهد زیرا خود آینه به پشت تصحیح‌کننده متصل است. این سیستم‌های سریع (f/۴ تا f/۵) هم برای رصد و هم برای عکاسی نجومی میدان دیدهایی وسیع و بدون اثر خطای گیسو در اختیار می‌گذارند. تعدادی تلسکوپ نیوتنی، که در سال‌های اخیر به بازار آمده‌اند، یک پنجره‌ی اُپتیکی[3] دارند که هم لوله را عایق‌بندی و هم آینه‌ی ثانویه را پشتیبانی می‌کند، اما این وسیله، سطحی تخت (موازیِ صفحه) دارد و تصحیح اُپتیکی تیغه‌ی اشمیت را ارایه نمی‌کند. به استثنای تلسکوپ میدان باز اَستروسکَنِ ادموند (که در فصل ۵ به آن اشاره شد) اکنون هیچ تلسکوپ بازتابی با پنجره‌ی اُپتیکی در بازار در دسترس نیست.

ماکستوف-نیوتنی

در این مدل ماکستوف، به جای تیغه‌ی اشمیت، یک عدسی هلالیِ به‌شدت منحنی به تلسکوپ نیوتنی سریع (معمولاً f/۴ تا f/۶) اضافه شده تا در میدان دیدی باز تصویری با کیفیت فوق‌العاده ارایه کند. این ابزار، برخلاف اشمیت-نیوتنی‌ها، می‌تواند تصاویر با جزئیاتی از ماه و سیارات ارایه کند. این

۱- *Choosing and Using a Schmidt-Cassegrain Telescope*

۲- Rod Mollise

۳- optical window

نوع تلسکوپ کاتادیوپتریک، باوجودی که به اندازه‌ی ماکستوف-کاسگرین‌های استاندارد شناخته‌شده نیست، از سوی شرکت‌های متعددی -که سه‌تای آن‌ها روسی‌اند- به بازار عرضه می‌شود. یکی از آن‌ها شرکت لومو[1] است که در خط تولیدش از ۴ اینچی f/۴٫۵ تا ۸ اینچی f/۴٫۶ را با قیمت‌هایی از هزار تا حدود ۴ هزار دلار در بازار جهانی عرضه می‌کند. شرکت دیگر اینتِس است که مدل‌های ۶ اینچی f/۶ و ۷ اینچی f/۶ را با قیمت به ترتیب بالای هزار و بیش از ۲ هزار دلار عرضه می‌کند. شرکت اینتِس‌مایکرو نیز مدل ۵ اینچی f/۶ را زیر هزار دلار و مدل ۶ اینچی f/۶ را زیر ۲ هزار دلار عرضه می‌کند. مدل‌های بزرگ‌تر نیز در اندازه‌های ۸، ۱۰ و ۱۲ اینچی با قیمت‌های بالای ۴ هزار دلار در دسترس‌اند. در حال حاضر، شرکت‌های اسکای واچر و اُریون یک مدل ماکستوف-نیوتنی ۱۹۰ میلی‌متری با قیمت مناسب ارایه می‌کنند که مورد توجه عکاسان آسمان قرار گرفته است.

توجه داشته باشید که بسیاری از قیمت‌های ذکرشده در اینجا فقط قیمت تجهیزات لوله‌ی اُپتیکی[2] (OTAs) است و مقرّ تلسکوپ هزینه‌ای جداگانه دارد. ممکن است تصمیم بگیرید فقط لوله را بخرید و آن را بر مقرّی ازپیش‌موجود نصب کنید یا شاید بخواهید مقرّ را از شرکتی دیگر با قیمتی مناسب‌تر تهیه کنید و نیز توجه داشته باشید برای حمل‌ونقل و ارسال تجهیزات و نصب آن‌ها در محل نیز حتماً هزینه‌ای دریافت می‌شود.

۱- LOMO

۲- optical-tube assemblies

فصل ۷

لوازم جانبی

چشمی‌ها

تصویری که عدسی شیئی یا آینه‌ی اصلی تلسکوپ کانونی می‌کند درواقع در چشمی[1] بزرگ می‌شود. همچنین چشمی جزئی از کاروان اُپتیکی است که خوب یا بد بودن عملکرد کل دستگاه عموماً به آن نسبت داده می‌شود. چشمی جزئی است که عملاً می‌تواند موجب بهترین یا بدترین شدن تلسکوپ شود. تلسکوپ‌های شکستی کوچکی که در کشورهای شرق آسیا ساخته می‌شوند به‌ویژه مشهورند به این‌که چشمی‌های بسیار ضعیفی دارند و در حقیقت، از آنجایی که تلسکوپ بدون چشمی نمی‌تواند کار کند (دست‌کم برای رصد مرئی)، چشمی باید جزئی لازم از آن به شمار آید و نه، آن‌طور که اینجا فهرست شده است، یکی از لوازم جانبی!

امروز در بازار تلسکوپ چشمی‌های بسیاری یافت می‌شوند، از چشمی‌های ارزان‌قیمت ابتدایِ ساخته‌شده از دو عدسی تا طرح‌های پیچیده‌ترِ شامل هفت یا هشت عدسی با قیمتی که گاه از خود تلسکوپ بیشتر است! چشمی خوب باید از نظر خطای رنگی و دیگر اَبیراهی‌ها به‌خوبی تصحیح شده و میدان دیدی تا حدّ ممکن تخت (رها از انحنا) و باز داشته باشد و نیز فاصله‌ی چشم خوبی در اختیار رصدگر بگذارد. به‌ویژه مهم است که همه‌ی سطوح شیشه‌ایِ آن اندود ضدّبازتاب داشته باشند تا بازتاب‌های داخلی را کاهش دهند. (برخی از چشمی‌های بی‌کیفیت آن‌قدر تصاویر «شبح‌وار» در کنار تصویر اصلی ایجاد می‌کنند که اصطلاحاً به آن‌ها «جن‌زده» گفته می‌شود!) در چشمی‌های خوب لبه‌ی همه‌ی عدسی‌ها اندود سیاه شده‌اند تا هرگونه پراکنِش نور را حذف کنند. و سرانجام نیز محافظ‌های لاستیکی چشم، که کمک می‌کنند تا چشم در فاصله‌ی مناسبی از چشمی قرار بگیرد و نیز نور ستاره را درون چشمی نگه می‌دارند، امروزه بر همه‌ی چشمی‌ها موجودند. اگر هم نباشند می‌توانید آن‌ها را جداگانه برای انواع چشمی‌ها با اندازه‌های گوناگون پیدا کنید.

۱- eyepiece



شکل ۷-۱

نمونه‌ای از مجموعه چشمی‌های باکیفیت ۱/۲۵ اینچی فراگیر در میان رصدگران. در این تصویر مجموعه‌ی سیریوس پلوسل اوریون را می‌بینید که فاصله کانونی‌هایی از ۴۰ تا ۶/۳ میلی‌متر دارند. برای همه‌ی اهداف رصدی سه چشمی (با بزرگنمایی‌های کم، متوسط، و بالا) برای همه‌ی انواع ابزارهای رصدی مناسب‌اند (دست‌کم در ابتدا).

چشمی‌ها در اندازه‌های بسیار متنوع و قطر لوله‌های مختلفی در دسترس‌اند. چشمی کوچک ۰/۹۶۵ اینچی (گاه به آن اندازه‌ی ژاپنی هم می‌گویند) معمولاً بر تلسکوپ‌های ارزان‌قیمت -به‌ویژه شکستی‌های ۲/۴ اینچی (۶۰ میلی‌متری) همه‌جا حاضر- یافت می‌شود که از ژاپن یا دیگر کشورهای آسیای شرقی می‌آیند. آن‌ها معمولاً میدان دید بسیار محدود، فاصله‌ی چشم نامناسب، و کیفیت اُپتیکی نامطلوب دارند. چشمی ۱/۲۵ اینچی استاندارد آمریکایی یکی از چشمی‌هایی است که به‌طور وسیع بر تلسکوپ‌ها استفاده می‌شود. قطر بیشتر لوله استفاده از عدسی‌های بزرگ چندبخشی را راحت‌تر می‌کند که موجب بهبود فاصله‌ی چشم، میدان دید بازتر، و تصحیح بهتر اُپتیک می‌شود. و سرانجام اندازه‌ی عظیم لوله‌ی ۲ اینچی که در برخی از طرح‌های پیچیده‌تر چشمی با میدان دید فراباز امروزی استفاده می‌شود. آن‌ها آن‌قدر بزرگ‌اند و آن‌قدر قطعات شیشه‌ای دارند که گاهی «نارنجک‌های شیشه‌ای» نامیده می‌شوند. قیمت آن‌ها نیز گاه با برخی تلسکوپ‌ها برابری می‌کند!

از میان چشمی‌های بسیاری که طی سال‌ها تولید شده‌اند، دو مدل *کِلنِر*[1] و *اِرفِل*[2] دو مدلی‌اند که میان رصدگران محبوبیت بسیاری دارند. در میان دیگر انواع محبوب امروز می‌توان به چشمی‌های *اُرتوسکوپیک*[3] و *پلوسل*[4] اشاره کرد که نه‌تنها عملکرد اُپتیکی خوب و میدان دید باز دارند، بلکه

۱- Kellner
۲- Erfle
۳- Orthoscopic
۴- Plossl



شکل ۷-۲
یکی از چشمی‌های افسانه‌ای نَگلِر با میدان دید شگفت‌انگیز ۸۲ درجه که نماهایی خارق‌العاده از آسمان در اختیار می‌گذارد.

قیمت‌شان نیز بسیار مناسب است. از میان بسیار طرح‌های مدرن با میدان دید فراباز، که امروز در دسترس رصدگران آسمان است، سری *نَـگلِر*[۱] با میدان دید بسیار وسیع (میدان دیدی تا ۸۲ درجه ارایه می‌کند- شکل ۷-۲ را ببینید) و تصحیحات اُپتیکی با جدیدترین فناوری در میان بقیه پیشگام است.

دو عامل ابتدایی میدان دیدِ چشمی را تعیین می‌کنند. یکی میدان *دید ظاهری*[۲] است؛ یعنی گستره‌ی زاویه‌ای به واحد درجه و زمانی دیده می‌شود که از درون چشمی به سطحی روشن مانند آسمان روز نگاه کنید. این گستره ممکن است از ۴۰ درجه تا ۸۲ درجه باشد که به نوع چشمی، طراحی و مدل آن بستگی دارد. بیشتر چشمی‌هایی که امروز استفاده می‌شوند معمولاً میدان دید ظاهری مطلوبی به اندازه‌ی ۵۰ تا ۵۵ درجه دارند. عامل دیگر میدان *دید واقعی*[۳] است؛ وسعتی از آسمان که چشمی هنگام نصب بر تلسکوپی خاص پوشش می‌دهد. پیدا کردنش نسبتاً ساده است: به‌سادگی میدان ظاهری (که یکی از ارزش‌های طراحی چشمی است) را بر بزرگنمایی چشمی تقسیم کنید. پس چشمی‌ای با میدان ظاهری ۵۰ درجه و بزرگنمایی ۵۰ برابر بر تلسکوپی خاص، میدان دید

۱- Nagler
۲- apparent field
۳- actual field

واقعی یک درجه (یا دو قرص کامل ماه) ارایه می‌کند. در بزرگنمایی ۱۰۰ برابر میدان دید ۰/۵ درجه می‌شود و در بزرگنمایی ۲۰۰ برابر به ۰/۲۵ درجه کاهش می‌یابد. پس، هرچه قدرت بزرگنمایی یک چشمی بیشتر باشد بخش کوچک‌تری از آسمان را نشان می‌دهد. در اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که یک درجه (1°) معادل ۶۰ دقیقه‌ی قوس ($60'$) و یک دقیقه‌ی قوس معادل ۶۰ ثانیه‌ی قوس ($60''$) است. ماه در فاصله‌ی متوسط خود از زمین در آسمان اندازه‌ی ظاهری ۰/۵ درجه یا ۳۰ دقیقه‌ی قوس دارد.

تعیین بزرگنمایی هر چشمی بر هر تلسکوپ نیز به همین اندازه آسان است. بزرگنمایی (×) با تقسیم فاصله‌ی کانونی تلسکوپ بر فاصله‌ی کانونی چشمی به دست می‌آید. همان‌طور که در فصل سه گفتیم، فاصله‌ی کانونی، فاصله‌ی عدسی یا آینه تا نقطه‌ی کانون آن است که به واحدهای اینچ یا میلی‌متر بیان می‌شود. تلسکوپی با فاصله‌ی کانونی ۵۰ اینچ (یا ۱۲۵۰ میلی‌متر) که با یک چشمی یک اینچی (۲۵ میلی‌متری) استفاده شود بزرگنمایی ۵۰ برابر ارایه می‌کند.

تعویض چشمی با چشمی ۱/۲ اینچ (۱۲/۵ میلی‌متر) موجب افزایش بزرگنمایی به ۱۰۰ برابر می‌شود و چشمی ۱/۴ اینچ (۶ میلی‌متر) بزرگنمایی ۲۰۰ برابر ارایه می‌کند. بنابراین، هرچه فاصله‌ی کانونی چشمی کوتاه‌تر باشد بزرگنمایی بیشتری ارایه می‌کند و به همین ترتیب میدان دید واقعی آن نیز کوچک‌تر می‌شود. پس استفاده از چشمی‌هایی با بزرگ‌ترین میدان دید ظاهریِ ممکن مهم است. با این‌که امروز بیشتر تلسکوپ‌ها معمولاً به یک یا دو چشمی ابتدایی باکیفیت و با میدان دید ظاهری مطلوب مجهزند، شاید بخواهید تلسکوپ‌تان را با چشمی بهتری با میدان دید بازتر و بزرگنمایی کمتر ارتقا دهید؛ یکی با فاصله‌ی کانونیِ مثلاً بین ۲۶ تا ۳۲ میلی‌متر.

بیشتر تولیدکنندگان بزرگ تلسکوپ انواع گوناگونی از چشمی‌ها را نیز در اندازه‌ها، طرح‌ها و مدل‌ها تولید می‌کنند؛ از چشمی‌های متوسط با قیمت حدود ۵۰ هزار تومان تا مدل‌های عالی که قیمت‌شان به چند صد هزار تومان نیز می‌رسد! در این میان اوریون و اسکای واچر مجموعه‌ای باکیفیت از چشمی‌ها را در اندازه‌های گوناگون با قیمت‌های مناسب عرضه می‌کنند و مید و (به‌ویژه) ویلیام اُپتیکس و تِله‌وو نیز طرح‌های مرغوبی با چند عدسی را با فاصله‌های کانونی مختلف و اندازه‌های متنوع در میدان دید ظاهری با قیمت‌های بالاتر ارایه می‌کنند.

چشمی‌های زوم رسیدن به بزرگنمایی‌های مختلف را فقط با استفاده از یک چشمی مقدور می‌کنند. این چشمی‌ها همیشه نسبت به تک‌چشمی‌هایی با همان فاصله‌ی کانونی نامرغوب و پَست محسوب می‌شوند؛ به‌سبب تغییراتی در میدان دید و فکوس و تغییراتی در بزرگنمایی. در تلاش برای تصحیح این مشکل، به‌تازگی مدل‌های جدیدی به بازار عرضه شده‌اند. مدل ۸-۲۴ میلی‌متر زوم ویلیام اُپتیکس نسبت به مدل‌های زوم قبلی قطعاً پیشرفت محسوب می‌شود. مدل ۳-۶ میلی‌متر نَـگلِر زوم (آشکارا به‌سبب دید با بزرگنمایی بالا در نظر گرفته شده است) در حدّ پایین خود (۳ میلی‌متر) دارای میدان دید ظاهری ۵۰ درجه است و در بازار جهانی به قیمت ۳۸۰ دلار به فروش می‌رسد. اوریون و اسکای واچر یک مدل چشمی زوم ۷-۲۱ میلی‌متر دارند که میدان دید ظاهری آن از ۴۳ درجه به ۳۰ درجه تغییر می‌کند و بسیار ارزان‌تر از مدل‌های مشابه است. اما برای آن دسته

از ما، که از میدان دید وسیع و گسترده در چشمی لذت می‌بریم، حتی این زوم‌های پیشرفته -باوجود راحتی‌شان- هنوز با کیفیت بالایی که یک تک‌چشمی فراهم می‌کند بسیار فاصله دارند.

جوینده

یکی دیگر از لوازم جانبی همراه تلسکوپ، که عموماً زیاد به آن توجه نمی‌شود جوینده‌ی[۱] آن است. جوینده تلسکوپ یا ابزارِ دید کمکیِ کوچکی است که بر بدنه‌ی تلسکوپ اصلی نصب می‌شود تا به‌کمک چشمیِ کم‌بزرگنمایی و میدان دید باز آن بتوان به‌راحتی اجرام آسمانی را نشانه گرفت و آن‌ها را در مرکز میدان دید کوچکِ چشمی تلسکوپ اصلی قرار داد. چشمی تلسکوپ معمولاً میدان دید واقعی برابر با فقط یک درجه دارد. از سوی دیگر، چشمی‌های جوینده معمولاً میدان دیدی ۵ یا ۶ درجه‌ای (مشابه دوربین‌های دوچشمی) دارند که یافتن اجرام آسمانی را آسان می‌کند. وقتی جوینده، با استفاده از پیچ‌های تنظیم ریز، با تلسکوپ اصلی هم‌خط شود -به‌طوری که هر دو به یک بخش از آسمان نشانه بروند- هر هدفی که در وسط چشمی جوینده باشد حتماً در مرکز چشمی تلسکوپ نیز قرار می‌گیرد. بزرگنمایی معمولاً از ۶ یا ۷ برابر برای جوینده‌های کوچک تا ۱۰ یا ۱۲ برابر برای جوینده‌های بزرگ تغییر می‌کند.



شکل ۷-۳
جویندهٔ اُپتیکی متداول مستقیم. برخلاف این مدل ۵۰×۹، جوینده‌های بسیاری از تلسکوپ‌های کوچک بیش از حدّ کوچک و معمولاً بی‌مصرف‌اند.

1- finder

قانونی کلی می‌گوید که گشودگی دهانه‌ی جوینده باید یک-چهارم خود تلسکوپ باشد. پس تلسکوپی ۴ اینچی باید جوینده‌ای یک اینچی داشته باشد، تلسکوپ ۸ اینچی جوینده‌ی ۲ اینچی، و تلسکوپ ۱۲ اینچی جوینده‌ی ۳ اینچی. اما معمولاً تولیدکنندگان در تلسکوپ‌های بزرگ‌تر از این قائده پیروی نمی‌کنند. و باوجودی که این قانون درباره‌ی تلسکوپ‌های ۲ تا ۴ اینچی تبعیت می‌شود، کیفیت اُپتیکی معمولاً بسیار ضعیف است. جوینده‌ی یک اینچی (یا ۲۵ میلی‌متری؛ اندازه‌ی جوینده‌ها را معمولاً به واحد میلی‌متر بیان می‌کنند) روی تلسکوپی ۴ اینچی زیاد مناسب نیست. اندازه‌ی ایده‌آل جوینده، برای تلسکوپ‌های ۴ تا ۸ اینچی، گشودگی دهانه‌ی ۲ اینچ (۵۰ میلی‌متر) و بزرگنمایی ۷ برابر و به همین ترتیب مقادیر بزرگ‌تر برای تلسکوپ‌های بزرگ‌تر است. حتی برای تلسکوپی ۲ اینچی نیز داشتن چنین جوینده‌ای مفید است. جوینده‌های کوچک برای دیدن اجرام درخشان، مانند ماه و سیارات، مناسب‌اند اما تقریباً برای آشکار ساختن اهداف کم‌فروغ‌تر، مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها، بی‌استفاده‌اند.

داشتن جوینده‌ای خوب، اغلب نیازمند روزآمد کردن جوینده‌ای است که همراه تلسکوپ به شما عرضه می‌شود؛ یا در زمان خرید تلسکوپ از تولیدکننده‌ی اصلی یا در خریدهای بعدی از دیگر عرضه‌کنندگان این کالا. بیشتر تولیدکنندگان تلسکوپ، جوینده هم می‌فروشند که قیمت آن‌ها از چند ده تا بیش از صدهزار تومان، بسته به اندازه‌شان، متغیر است. توجه داشته باشید که برخی از آن‌ها ممکن است به چُپُقی‌های قائم (به مطلب بعدی توجه کنید)، که برای آسان‌تر کردن نشانه‌گیری درون‌شان ساخته می‌شوند، مجهز باشند.



شکل ۷-۴

جوینده‌ی واحد (بدون بزرگنمایی) با نمای بازتابی مانند همانی که امروز در تلسکوپ‌ها به جای (یا همراه) جوینده‌های اُپتیکی متداول استفاده می‌شود. این جوینده به این ترتیب کار می‌کند که یک نقطه‌ی قرمز LED را بر بی‌نهایت در میدان دیدی ۱۰ درجه‌ای از آسمان کانونی می‌کند و دقیقاً نقطه‌ای را نشان می‌دهد که تلسکوپ نشانه رفته است.

هرچند، نه‌تنها همچنان باید برای نشانه‌گیری ابتدایی از درون لوله نگاه کنید، بلکه این چُپُقی تصویر برگردان جانبی از آسمان می‌سازد که ممکن است برای مبتدیان گیج‌کننده باشد. به این نکته هم باید اشاره کنیم که بسیاری از دستگاه‌های گوتوی جدید که همراه تلسکوپ‌ها عرضه می‌شوند (همان‌طور که در فصل ۳ بحث شد) چنان دقیق‌اند که نیازی به جوینده ندارند. اما برای نشانه‌گیری سریع اجرام درخشانِ مناسبِ چشم برهنه (غیرمسلّح) همچنان داشتن جوینده مفید است.

در سال‌های اخیر، نوع جدیدی از جوینده به‌طور فزاینده‌ای جایگزین جوینده‌های اُپتیکی سنتی بر تلسکوپ‌ها شده است. این جوینده‌ی بدون بزرگنمایی[1] (در حقیقت بزرگنمایی آن یک – به اندازه‌ی توان چشم انسان– است!) ابزاری است که وقتی از درونش آسمان را نگاه می‌کنید نقطه‌ی قرمزی را بر آسمان می‌اندازد –که معمولاً بر مرکز دایره‌ای قرار می‌گیرد. به این ترتیب، حرکت از اطلس آسمان به سوی خود آسمان، در حین نشانه‌گیری با تلسکوپ، سریع و آسان و به‌طرز اعجاب‌آوری دقیق می‌شود. نمونه‌ی اصلی و همچنان یکی از بهترین نمونه‌های چنین ابزاری، که اکنون در بازار جهانی یافت می‌شود، نوع مشهور تِلراد[2] ابداع مرحوم استیو کوفلد[3] است. اگر این ابزار همراه تلسکوپ انتخابی شما نیست، می‌توانید آن را به تولیدکنندگان گوناگون سفارش دهید. به نظر می‌رسد که بسیاری از رصدگران ترجیح می‌دهند هر دو جوینده‌ی بدون بزرگنمایی و اُپتیکی را داشته باشند – اولی برای نشانه‌گیری سریع به سوی هدف مورد نظر و دومی برای شناسایی بیشتر و به‌دقت قرار دادن هدف در مرکز چشمی استفاده می‌شود.

چُپُقی

معمولاً در کارتون‌ها یا کاریکاتورها، رصدگران را چنین تصویر می‌کنند که مستقیم از درون لوله‌ی دراز تلسکوپی شکستی مشغول تماشای آسمان‌اند. این تصویر کاملاً گمراه‌کننده است. برای تماشای اجسام روی زمین یا کمی بالاتر از افق این روش به‌خوبی کارساز است، اما بیشتر اجرام آسمانی بسیار بالاتر از افق قرار دارند –حتی در سَرسو (نقطه‌ی بالای سر ناظر)– چنان‌که ممکن نیست برای دیدن آن‌ها به‌طور مستقیم و از درون تلسکوپی شکستی بتوانیم گردن‌مان را این همه کج کنیم. این موضوع درباره‌ی بازتابی‌های کاسگرین و دستگاه‌های کاتادیوپتریک نیز صدق می‌کند؛ ابزارهایی که در حقیقت از انتهای لوله‌شان رصد می‌کنیم. (این موضوع در تلسکوپ‌های بازتابی مایه‌ی نگرانی نیست زیرا رصدگر از کنار لوله‌ی تلسکوپ به منظره نگاه می‌کند.) برای غلبه بر این مشکل از چُپُقی[4] استفاده می‌کنیم.

این وسیله از دو لوله تشکیل شده که با زاویه‌ی قائم به یکدیگر متصل شده‌اند. محل اتصال دو

۱- zero-power finder or unit-power finder

۲- Telrad

۳- Steve Kufeld

۴- Star Diagonal



شکل ۷-۵
در اینجا یک چُپُقی منشوری متداول در تلسکوپ‌های شکستی، بازتابی کاسگرین، و کاتادیوپتریک را می‌بینید. یک سرش وارد لوله‌ی تلسکوپ می‌شود و به سر دیگرش (با پیچ‌های قفل‌شونده) چشمی را می‌پذیرد.



شکل ۷-۶
چُپُقی آینه‌ای با اُپتیک عالی که کیفیت تصویرش، به‌گفته‌ی بسیاری از رصدگران دقیق، از چُپُقی‌های منشوری استاندارد بهتر است.

لوله، محفظه‌ای است شامل یک منشور قائمه‌ی دقیق یا آینه‌ی تختی با زاویه‌ی ۴۵ درجه. یکی از دو لوله به محل فکوسِر تلسکوپ پیچ می‌شود و به سر لوله‌ی دیگر چشمی نصب می‌شود. پرتو نور هم‌گراشده در عدسی شیئی یا آینه‌ی اصلی، به‌کمک چُپقی ۹۰ درجه نسبت به محور اُپتیکی می‌چرخد و به محلی می‌رسد که می‌توان، به‌راحتی و بدون کج کردن گردن و پشت، تصویر را رصد کرد. این ابزار یکی از تجهیزات استانداردی است که امروزه همراه هر تلسکوپ شکستی و جمع‌وجوری عرضه می‌شود و نیز می‌توان آن را به‌صورت جداگانه به‌صورت لوازم جانبی از هر تولیدکننده‌ای خرید. چُپقی‌های منشوری را می‌توان با قیمت چند ده هزار تومان تهیه کرد، درحالی که قیمت چُپقی‌های آینه‌ای کمی گران تر است.

لازم است اشاره کنیم که چُپقی آینه‌ای از جرم رصدشده تصویر برگردان جانبی ایجاد می‌کند؛ بنابراین در تصویر، اجرام سمت راست‌شان بالا قرار می‌گیرد و نیز برگردان (چپ-به-راست) هستند. به این ترتیب تصمیم‌گیری برای جهت حرکت چشمی گیج‌کننده می‌شود تا زمانی که به این روش عادت کنید. برای این‌که چپ و راست را پیدا کنید کمی صبر کنید تا تصویر درون میدان دید چشمی حرکت کند (اگر موتور ردیاب تلسکوپ روشن است آن را خاموش کنید). ستاره‌ها از شرق وارد میدان دید می‌شوند و از غرب خارج می‌شوند. نشانه رفتن با تلسکوپ به سوی ستاره‌ی قطبی، جُدَی، به شما جهت شمال را نشان می‌دهد.

نوع دیگری از چپقی همراه برخی از تلسکوپ‌های مخصوص تماشای مناظر زمینی عرضه می‌شود که به چُپقی *منشوری قائم*[1] معروف است. این چپقی تصویر را، به جای ۹۰ درجه، ۴۵ درجه می‌چرخاند و تصویری کاملاً درست ارایه می‌کند. اما نه‌تنها استفاده از آن‌ها برای رصد آسمان، به‌سبب زاویه‌ی چرخش نور، آزاردهنده است بلکه منشوری که تصویر را قائم می‌کند در اجرام درخشان، مانند سیارات و ستاره‌های قدر یک، خط درخشان واضحی پدید می‌آورد. درنتیجه، آن‌ها را قطعاً برای اهداف رصدی-نجومی توصیه نمی‌کنم!

عدسی‌های بارلو

ابزاری جادویی وجود دارد که به‌طور مؤثر نسبت کانونی هر تلسکوپی را دو یا سه برابر می‌کند، درحالی‌که طول خودش چند سانتی‌متر بیشتر نیست! این ابزار، که به یاد مخترعش *عدسی بارلو*[2] نام دارد، از یک عدسی آکروماتیک مقعّر (گاهی متشکل از سه عدسی به جای دو عدسی) تشکیل شده که درون لوله‌ای کوتاه قرار می‌گیرد که یک سرش به چشمی و یک سرش به فکوسِر تلسکوپ متصل می‌شود. با افزایش استفاده از تلسکوپ‌های شکستی کوتاه-کانون و بازتابی‌های دابسونی سریع، این افزاینده‌های *نسبت کانونی*[3] محبوبیتی تازه در میان رصدگران به دست می‌آورند.

عدسی مقعّر بارلو زاویه‌ی هم‌گرایی نوری را، که توسط عدسی شیئی یا آینه‌ی اصلی تلسکوپ کانونی می‌شود، کاهش می‌دهد و همین موجب می‌شود که آینه در تلسکوپ‌های بازتابی دورتر از فاصله‌ی واقعی‌اش از کانون به نظر برسد. این موضوع به‌طرز مؤثری فاصله‌ی کانونی و نسبت کانونی دستگاه را افزایش می‌دهد. عدسی‌های بارلو عموماً برای افزایش ۲ تا ۳ برابری بزرگنمایی ساخته می‌شوند. بزرگنمایی واقعی ذکرشده روی آن‌ها بستگی به چشمی‌ای دارد که در فاصله‌ای معیّن از عدسی مقعّر در لوله قرار داده می‌شود؛ هرچه فاصله‌ی چشمی از عدسی بیشتر باشد بزرگنمایی نیز افزایش می‌یابد. (در برخی از بارلوها از این اصل ساده استفاده شده تا گستره‌ای از

۱- erecting prism diagonal
۲- Barlow lens
۳- focal extender



شکل ۷-۷
طول این عدسی بارلو ×۲ فقط ۳ اینچ است و به‌طرز مؤثری بزرگنمایی هر چشمی‌ای را دو برابر می‌کند. مدل‌های دیگر بزرگنمایی‌های ۲/۵ و ۳ برابر ارایه می‌کنند (یا حتی بیشتر با استفاده از لوله‌های افزاینده یا اِکستِندِر، همان‌طور که در متن اشاره شده است).

بزرگنمایی‌ها ارایه شود.) برخی رصدگران با اضافه کردن افزاینده (اِکستِندِر) قدرت بارلوهای ۲ یا ۳ برابر خود را به ۶ برابر یا بیشتر رسانده‌اند! همچنین به این نکته توجه کنید که ترکیب چشمی–بارلو معمولاً به‌صورت ترکیبی واحد درون چپقی قرار می‌گیرد. اما اگر در عوض، خود چشمی درون چُپقی قرار بگیرد و بارلو جلو آن روی تلسکوپ نصب شود، طول اضافه‌ی مسیر اُپتیکی درون چپقی تا چشمی به‌طور مؤثری بزرگنمایی آن را نیز افزایش می‌دهد.

رصدگران خورشید، ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتایی مدت‌ها از عدسی‌های بارلو برای افزایش مقیاس تصویر و بزرگنمایی اجرام استفاده می‌کردند. مزیت بزرگ این ابزار برای رصدگران کمترجدّی این است که رسیدن به بزرگنمایی‌های بالاتر را با استفاده از چشمی‌هایی با فاصله‌ی کانونی بلندتر از معمول ممکن می‌سازند. چنین چشمی‌هایی، نسبت به چشمی‌هایی با فاصله‌ی کانونی کوتاه‌تر، دارای عدسی بزرگ‌تر، میدان دید ظاهری گسترده‌تر، و فاصله‌ی چشمی راحت‌ترند. پس چشمی‌ای با فاصله‌ی کانونی ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ) که با بارلو ۳ برابر ترکیب و روی تلسکوپی با فاصله‌ی کانونی ۱۲۵۰ میلی‌متر (۵۰ اینچی) نصب شود دارای بزرگنمایی در حدود ۱۵۰ برابر (۳ × ۵۰ برابر) است. برای این‌که با یک چشمیِ تنها به این بزرگنمایی برسیم باید فاصله‌ی کانونی چشمی حدود ۸ میلی‌متر باشد.

عدسی‌های بارلو معمولاً یکی از لوازم جانبی همراه تلسکوپ‌های تجاری نیستند. اما می‌توانید آن‌ها را با قیمت‌هایی از حدود ۴۰ هزار تا بیش از ۲۰۰ هزار تومان (برای مرغوب‌ترها) از بسیاری از تولیدکنندگان تهیه کنید. به این ترتیب می‌توانید با سرمایه‌گذاری متوسط تنوع چشمی‌های خود را افزایش دهید!

کلاهک‌های شبنم/ سپرهای نوری

تلسکوپ‌های بازتابی به مدل‌های توکار *کلاهک‌های شبنم/ سپرهای نوری*[1] مجهزند، زیرا آینه‌ی اصلی در انتهای زیرین لوله‌ی آن‌ها قرار دارد. اما در تلسکوپ‌های شکستی و کاتادیوپتریک باید بخشی به لوله‌ی آن‌ها اضافه شود تا از تشکیل شبنم بر بخش‌های اُپتیکی جلویی و نیز از ورود نورهای مزاحم به دستگاه جلوگیری شود. هرچند امروز تلسکوپ‌ها به همراه کلاهک‌های شبنم/ سپرهای نوری عرضه می‌شوند معمولاً آن‌ها آن‌قدر کوتاه‌اند که درواقع هیچ محافظتی انجام نمی‌دهند. و عجیب این‌که تقریباً همه‌ی تلسکوپ‌های کاتادیوپتریک بدون این ابزار عرضه می‌شوند! به هر حال، رصدگر می‌تواند (و قطعاً باید) یا به‌کمک مقوای سیاه و کِدِر و انعطاف‌پذیر محافظی بسازد یا در زمان خرید تلسکوپ، یکی از تولیدکننده بخرد. داشتن آن‌ها برای هرکس که تلسکوپ شکستی یا کاتادیوپتریک دارد مفید است. (قانونی کلّی می‌گوید که طول کلاهک‌های شبنم/ سپرهای نوری باید ۱/۵ برابر گشودگی دهانه‌ی تلسکوپ و برای این‌که کاملاً مؤثر باشند باید ۲/۵ برابر آن باشد. مسئله‌ی اصلی این است که این طول نباید آن‌قدر زیاد باشد که گشودگی مؤثر دهانه را کاهش دهد. این را می‌توانید با نگاه کردن از درون تلسکوپ بدون چشمی به آسمان روز بررسی کنید.)

دیگر ابزارها

لوازم جانبی که در ادامه معرفی می‌شوند فقط به‌منظور تکمیل ابزارهای شما می‌آیند. برخی از آن‌ها هرگز لوازم جانبی استانداردِ همراه تلسکوپ‌ها نیستند و بسیاری از آن‌ها نیز موارد استفاده‌ی محدود (به‌ویژه برای رصدگران مبتدی) دارند.

چشمی دو چشم[2] نام ابزاری است که دیدن با هر دو چشم را با تلسکوپ امکان‌پذیر می‌کند. با این‌که، در تقسیم پرتو نور دریافتی به دو پرتو مجزا، بخشی از نور هدر می‌رود اما –همچون در رصد با دوربین‌های دوچشمی– تضادّ تصویر، قدرت تفکیک، مشاهده‌ی رنگ، و حساسیت به سطوح پایین نور همگی نسبت به تماشا با فقط یک چشم افزایش می‌یابند. همچنین توهم شگفت‌انگیز احساس عمق در تماشای اجرامی نظیر ماه که ناظر احساس می‌کند در مداری اطراف ماه غوطه‌ور است! نکته‌ی منفی فقط هزینه است. این ابزار نه‌تنها خودش گران‌قیمت است (بیش از ۲۰۰ هزار تومان) بلکه برای استفاده از آن در هر بزرگنمایی به دو چشمیِ کاملاً یکسان نیاز دارید. به بیان دیگر، کلاً به دو مجموعه چشمی نیاز دارید! چشمی دوچشم مستقیم به لوله‌ی تلسکوپ بازتابی و به چپقیِ تلسکوپ شکستی و کاتادیوپتریک (که عموماً جابه‌جایی فکوس وسیعی دارند) متصل می‌شود (در اینجا مهم است که اطمینان حاصل کنیم که میزان جابه‌جایی فکوسِ تلسکوپ برای تطبیق مسیر نور از ورودی به سوی چشمی‌ها کافی است؛ اگر نیست می‌توان از

۱- dew caps / light shields

۲- binacular viewers



شکل ۷-۸
چشمی دوچشمیِ به شما اجازه می‌دهد با هر دو چشم با تلسکوپ رصد کنید. توجه داشته باشید که برای استفاده از این ابزار به دو چشمی با فاصله‌ی کانونی یکسان نیاز دارید. برخی از رصدگران درواقع دو مجموعه‌ی کامل از چشمی‌های یکسان برای استفاده بر چشمیِ دوچشمی خود دارند!

یک عدسی بارلو نصب‌شده جلوتر از ورودی برای افزایش فاصه‌ی کانونی استفاده کرد.)

نگهدارنده‌ی گردان چشمی[1] ابزاری است که به شما امکان می‌دهد در آنِ واحد سه تا شش چشمی را (بسته به مدل آن) در دسترس داشته باشید و بتوانید به‌سرعت برای تغییر سریع بزرگنمایی با یک چرخش از آن‌ها استفاده کنید. خود نگهدارنده نوعی چپقی منشوری است که مستقیم، مانند دیگر چپقی‌ها، به لوله‌ی تلسکوپ نصب می‌شود. شرکت یونیترون، با نگهدارنده‌ی گردان چشمی یونیِ‌هکس[2] خود، نخستین عرضه‌کننده‌ی این ابزار بود. توجه کنید که چشمی‌هایی که زیاد استفاده ندارند باید گاه‌به‌گاه از شبنم پاک شوند (پاراگراف بعدی را ببینید).

نوار تبخیرکننده‌ی شبنم[3] یا «شبنم‌پاک‌کن[4]» از شکل‌گیری رطوبت آزاردهنده روی عدسی چشمیِ چشمی‌ها، که در معرض هوا قرار دارند، و نیز عدسی‌های شیئی، تیغه‌های تصحیح‌کننده، و حتی آَینه‌های ثانویه جلوگیری می‌کند. اجزای گرم‌کننده معمولاً با روکشی از نوار نایلونی کِشسان پوشانده شده‌اند و با چسب وِلکرو[5] دور سطوح مختلف اُپتیکی می‌چسبند و انرژی گرم‌شدن خود را از منبع تغذیه‌ی برق دی‌سی ۱۲ ولت، مانند باتری خودرو یا منبعی دیگر، دریافت می‌کنند. درحالی‌که

۱- rotary eyepiece holder
۲- Unihex
۳- dew heating strip
۴- dew zapper
۵-یا Velcro . نام نوعی اتصال‌دهنده متشکل از دو نوار قفل‌شونده‌ی نایلونی است که یکی قلاب‌های کوچک و دیگری روزنه‌های کوچک دارد.

کلاهک‌های شبنم، که در بالا شرح دادیم، عموماً بدون اتصال به منابع گرمایی به‌نحو مناسبی از عدسی‌های شیئی و تیغه‌های تصحیح‌کننده محافظت می‌کنند، چشمی‌ها به‌ویژه در برابر پاک کردن شبنم آسیب‌پذیرند. (مثلاً عدسی‌های جوینده چنین‌اند.) آن‌ها را نباید هرگز بی‌محافظ در معرض هوای شب قرار دهید؛ مثلاً در جعبه‌ی چشمی‌هایی که درش باز باشد. به‌جز چشمی‌ای که بر تلسکوپ نصب است و همان زمان از آن استفاده می‌کنید، باقی چشمی‌ها را در جعبه‌ی دربسته نگه دارید. توجه داشته باشید که در نگه‌دارنده‌های گردان چشمی، که در آن‌ها چشمی‌ها بی‌حفاظ در برابر هوا قرار می‌گیرند، باید درپوش چشمی‌ها را بگذارید تا زمانی که نوبت به استفاده از آن‌ها برسد. (بسیاری از رصدگران امروز از سِشوار برای خشک کردن شبنم و رطوبت روی سطوح اُپتیکی تلسکوپ‌شان استفاده می‌کنند، اما باید مواظب باشند که زیادی به آن‌ها حرارت ندهند! درضمن، در این صورت شما ابتدا اجازه می‌دهید شبنم شکل بگیرد و سپس با آن مقابله می‌کنید، درحالی‌که نوارهای گرم‌کنِ شبنم از ابتدا از شکل‌گیری آن جلوگیری می‌کنند.)

مستقیم‌کننده‌ی تصویر[1] معمولاً همراه برخی تلسکوپ‌های شکستی کوچک است تا برای تماشای مناظر زمینی تصاویر را مستقیم کند. لوله‌ی بلند این ابزار استفاده از آن را روی تلسکوپ آزاردهنده می‌کند و کیفیت اُپتیک آن‌ها هم زیاد جالب نیست. یک چپقی مستقیم‌کننده‌ی تصویر (که پیش‌تر معرفی کردیم) راه بسیار مناسب‌تر و، از نظر اُپتیکی، عالی‌تری برای تصحیح کامل تصویر برای تماشای مناظر زمینی است.

کاهنده‌ی فاصله‌ی کانونی[2] را می‌توان «بارلو معکوس» دانست زیرا فاصله‌ی کانونی مؤثر تلسکوپ را کاهش می‌دهد. این ابزار در اصل برای استفاده بر تلسکوپ‌های کاتادیوپتریک با فواصل کانونی بلند (معمولاً f/۱۰ تا f/۱۴) ساخته شد تا، با کاهش فاصله‌ی کانونی آن‌ها به نصف مقدار اولیه، سرعت عکاسی را در این تلسکوپ‌های کُند بالا ببرد. به این ترتیب هم کمترین بزرگنمایی قابل دسترس تلسکوپ کاهش می‌یافت و هم بیشترین میدان دید واقعی تلسکوپ افزایش می‌یافت. هرچند، کاهنده‌ی فاصله‌ی کانونی ظاهراً در کار رصدی استفاده‌های محدودی در میان رصدگران دارد.

نقاب دهانه[3] برای کاهش گشودگی مؤثر دهانه‌ی تلسکوپ استفاده می‌شود. بسیاری از رصدگران بر این باورند که کاهش گشودگی دهانه، کیفیت بصری تصویر را افزایش و لرزش و حرکت تصویر را تا حدّی کمتر از شرایط ایده‌آل جوّی کاهش می‌دهد. این رصدگران حتی تا آنجا پیش می‌روند که مدعی‌اند دهانه‌ی کوچک‌تر کمتر تحت تأثیر دید (seeing) بد جوّی قرار می‌گیرد؛ احتمالاً به این سبب که «سلول‌های» آشفتگی‌های جوّی به‌طور متوسط قطری حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر دارند و به این ترتیب در هر لحظه یک یا دو عدد از آن‌ها در میدان دید قرار می‌گیرند، درحالی‌که در محدوده‌ی گردآوری نور تلسکوپی بزرگ‌تر تعداد بیشتری قرار می‌گیرند. اما باوجودی که کاهش گشودگی دهانه در هنگام رصد خورشید، ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتایی در شرایط دید بد کیفیت تصویر را بالا می‌برد، در

۱- image erector
۲- focal reducer
۳- aperture mask

همان حال کلاً توان تفکیک و توان گردآوری نور تلسکوپ را کاهش می‌دهد. شما می‌توانید این نقاب‌ها را حتی با استفاده از یک مقوا و درآوردن دایره‌ای کوچک‌تر از دهانه‌ی تلسکوپ در آن خودتان بسازید. توجه کنید که این دایره را در تلسکوپ‌های شکستی باید روی محور و در تلسکوپ‌های بازتابی و کاتادیوپتریک خارج از محور قرار دهید تا در امتداد آینه‌ی ثانویه قرار نگیرد.

تصحیح‌کننده‌ی خطای گیسو[۱] دقیقاً همان کاری را می‌کند که از نامش برمی‌آید؛ یعنی میزان خطای گیسو (کُما) را در تلسکوپ‌های نیوتنی کوتاه-کانون سریع (f/۳ تا f/۶) کاهش می‌دهد. این ابزار برای تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی عظیم محبوب امروزی بسیار مفید است که بیشتر آینه‌های سَهمَوی آن‌ها f:۴/۵ هستند و بازتاب‌های قابل‌توجهی از تصاویر در فاصله‌ی کوتاهی از مرکز میدان دید چشمی ایجاد می‌کنند. تعدادی از این ابزار امروزه به‌صورت تجاری یافت می‌شود؛ مدل پاراکُر[۲] تله‌وو یکی از آن‌ها و شاید بهترین نمونه‌ای است که تا به حال ساخته شده. مانند برخی از چشمی‌های مشهور میدان باز سری نگلِر این شرکت، که پیش‌تر شرح دادیم، این تصحیح‌کننده‌ها نیز هم‌قیمت یک تلسکوپ کوچک مقدماتی است! اما بهبود کیفیت تصویر و میدان دید مفید آن‌ها به‌خوبی به قیمت بالای‌شان می‌ارزد، البته برای کسانی که توانایی تقبّل این هزینه را دارند.

پارچه‌ی عکاسان[۳] درواقع قطعه پارچه‌ای سیاه و کِدِر است که رصدگر روی سرش و ناحیه‌ی چشمی تلسکوپ می‌اندازد تا از مزاحمت نورهای اطراف جلوگیری و تطابق چشم با تاریکی را حفظ کند (فصل ۸ را ببینید). این ابزار هم در فروشگاه‌های فروش تلسکوپ در دسترس است و هم به‌راحتی می‌توان آن را ساخت. در عمل، استفاده از این پارچه‌ها البته کمی خفه‌کننده است مخصوصاً در شب‌های گرم و مرطوب و نیز موجب تعجب غریبه‌هایی می‌شود که شما را ببینند!

روکش تلسکوپ[۴] برای حفاظت از اُپتیک حساس تلسکوپ (و مقرّش) از گردوغبار، رطوبت، و دیگر آلاینده‌های هوایی در همه‌ی زمان‌هایی استفاده می‌شود که از تلسکوپ استفاده نمی‌کنید. این روکش‌ها ممکن است فقط شامل روکشی پلاستیکی برای انداختن روی بدنه‌ی تلسکوپ باشند، گاهی نیز شامل دو درپوش پلاستیکی با اندازه‌ی مشخص‌اند که برای پوشاندن سر و ته لوله‌ی تلسکوپ، در بازتابی‌ها و عدسی شیئی یا تیغه‌ی تصحیح‌کننده در تلسکوپ‌های شکستی و کاتادیوپتریک، و نیز چشمی و جوینده استفاده می‌شوند. بهترین راه برای تمیز نگه داشتن تلسکوپ این است که نگذارید کثیف شود! اگر همراه تلسکوپ‌تان چنین چیزی نیست، می‌توانید به‌سادگی از انواع روکش‌های پلاستیکی محافظ استفاده کنید.

فیلترها[۵] انواع مختلف دارند و برای مقاصد مختلف امروزه به‌صورت تجاری در دسترس‌اند تا بر تلسکوپ‌ها استفاده شوند. در این میان می‌توان به این فیلترها اشاره کرد: فیلتر خورشیدی، ماه، سیارات، سحابی، و آلودگی نوری.

۱- coma corrector
۲- Paracorr
۳- photographer's cloth
۴- telescope cover
۵- filter

به‌جز فیلتر خورشیدی، که بر سر بالایی لوله‌ی تلسکوپ نصب می‌شود (این فیلتر هرگز روی چشمی نصب نمی‌شود)، دیگر فیلترها به سر جلویی لوله‌ی چشمی‌های استاندارد، که کاملاً رِزوه شده‌اند، پیچ می‌شوند. من خودم شخصاً هرگز طرفدار استفاده از فیلترها نبوده‌ام (البته مطمئناً به‌جز فیلتر خورشیدی که استفاده از آن نه دلبخواهی بلکه الزامی است!) اما آن‌ها هرکدام مخصوص هدفی ساخته شده‌اند. رصدگران سیارات سال‌هاست با استفاده از آن‌ها عوارض سطحی و جوّی سیارات را تقویت می‌کنند و مجموعه‌ای کامل از آن‌ها را می‌توان با قیمت کمتر از چند ده هزار تومان خرید. بسیاری از رصدگران اعماق آسمان امروز به‌طور مرتب از فیلترهای سحابی و آلودگی نوری استفاده می‌کنند تا امکان دیده شدن اجرام کم‌فروغ را افزایش دهند. ساخت این فیلترها بسیار تخصصی‌تر و مشکل‌تر از فیلترهای سیاره‌ای است و قیمت یکی از آن‌ها از حدود صدهزار تومان آغاز می‌شود. شاید بهتر باشد ابتدا از تلسکوپ جدیدتان استفاده کنید تا دریابید بیشتر به چه زمینه‌ای علاقه دارید و بعد به سراغ خرید فیلتر مخصوص آن رصد بروید. فیلترهای خورشیدی شیشه‌ای تمام‌-دهانه از حدود صدهزار تومان به بالا، بسته به اندازه‌شان، در دسترس‌اند و برای رصد خورشید قطعاً الزامی‌اند. فیلترهای کم‌قیمت‌تر اما همچنان ایمن مایلار[۱] نیز در مقیاس وسیعی استفاده می‌شوند. (که در ایران نیز در دسترس‌اند *-مترجم*)

ریزسنج[۲] ابزاری است برای اندازه‌گیری اندازه و جدایی زاویه‌ای اجرام آسمانی (معمولاً به ثانیه‌ی قوس) و موقعیت نسبی آن‌ها (یا زاویه‌ی موقعیت). نوعی از آن که امروز محبوب‌تر و کم‌هزینه‌تر شده چشمی ریزسنج رِتیکِل[۳] است که قیمتش با یک چشمی خوب برابری می‌کند و در آن دو تار مومانند بر میدان دید چشمی کار ریزسنجی را انجام می‌دهند. ریزسنج‌ها معمولاً برای اندازه‌گیری جدایی و زاویه‌ی موقعیت ستاره‌های دوتایی (به‌ویژه منظومه‌های دوگانه) استفاده می‌شوند؛ فعالیتی که برای منجمان آماتور، که مدام به دنبال یک برنامه‌ی رصدی مفید می‌گردند، بسیار جالب است. برای کسب اطلاعات بیشتر درباره‌ی ریزسنج‌ها و استفاده از آن‌ها برای رصد ستاره‌های دوتایی کتاب‌های *رصد و اندازه‌گیری ستاره‌های دوتایی بصری*[۴] نوشته‌ی باب آرگایل[۵] (۲۰۰۴) و *ستاره‌های دوتایی و چندتایی و نحوه‌ی رصد آن‌ها*[۶] نوشته‌ی جیمز مالِنی (۲۰۰۵) از انتشارات Springer را بخوانید.

نورسنج[۷] ابزاری برای اندازه‌گیری روشنایی یا قدر ظاهری اجرام آسمانی (به‌ویژه ستاره‌ها) در طول‌موج‌های مرئی یا غیره که معمولاً شامل سلول‌های نوری حسّاس و مدارهای الکترونیکی است. برای منجمان آماتور، بیشتر به کار بررسی تغییرات روشنایی ستاره‌های متغیر می‌آید. نورسنج‌های تجاری بسیار کم در دسترس‌اند و به همین سبب بیشتر افراد خودشان آن را می‌سازند.

۱- Mylar®
۲- micrometer
۳- reticle
۴- *Observing and Measuring Visual Double Stars*
۵- Bob Argyle
۶- *Double and Multiple Stars and How to Observe Them*
۷- photometer

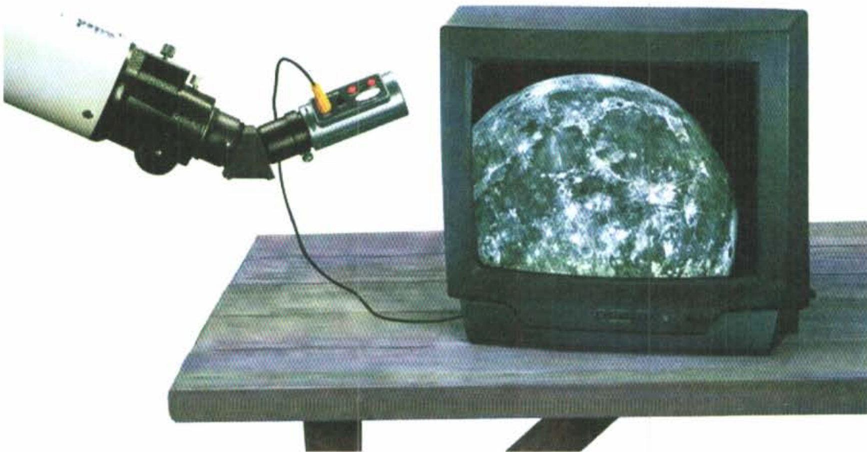
طیف‌سنج[۸] ابزاری است متشکل از یک یا چند منشور یا توری پراشِ به‌دقت شبکه‌بندی‌شده که برای تجزیه‌ی نور اجرام آسمانی به رنگ‌ها یا طول‌موج‌های سازنده استفاده می‌شود. به این ترتیب می‌توان اطلاعات فیزیکی جالبی درباره‌ی آن‌ها، مانند دما، ترکیبات، اندازه، و سرعت‌های چرخشی و فضایی، به دست آورد. برای آماتورها نکته‌ی جالب در استفاده از این ابزار دیدن خطوط و نوارهای جذبی در طیف نور انواع گوناگون ستاره‌هاست. در سال‌های گذشته، شرکت اِدموند نوعی طیف‌سنج چشمی به بازار عرضه کرد که بسیار محبوب شد و ممکن است هنوز بتوان آن را در بازار لوازم دست‌دوم یافت. امروز، شرکت رِین‌بو اُپتیکس[۱]، در کنار چند شرکت دیگر، طیف‌سنج ستاره‌ای مرئی به بازار عرضه می‌کند که به چشمی‌های استاندارد نصب می‌شود. این طیف‌سنج نه‌تنها خطوط و نوارهای جذبی را در طیف ستاره‌های درخشان‌تر نشان می‌دهد، بلکه خطوط نشری را نیز، اگر وجود داشته باشند، نشان می‌دهد. مدل نور مرئی آن به قیمت بیش از ۳۰۰ هزار تومان فروش می‌رود، درحالی‌که قیمت مدل دارای قابلیت‌های عکس‌برداری و سی‌سی‌دی کمی بیشتر است. خوانندگانی که مایل‌اند اطلاعات بیشتری درباره‌ی طیف‌سنج‌های مرئی و کلاً طیف‌سنجی نور ستاره‌ها کسب کنند کتاب فوق‌العاده‌ی *راهنمای رصدگران درباره‌ی تحول ستاره‌ها*[۲] نوشته‌ی مارک اینگلیس[۳] (Springer-Verlag ،۲۰۰۳) را بخوانند.

دوربین‌های نجومی[۴] انواع و اقسام مختلفی دارند که از دوربین‌های فیلمی ۳۵ میلی‌متری، که قلم‌دوش تلسکوپ نصب می‌شوند تا تصاویری با نمای باز بگیرند، شروع می‌شوند تا دوربین‌های خاص که برای عکاسی پرایم- فکوس (مستقیم با تلسکوپ) طراحی شده‌اند. این حوزه بسیار گسترده و پیچیده است و در عین حال در صورت داشتن صبر و پشتکار می‌تواند بسیار هم راضی‌کننده باشد. منجمان آماتور امروزه به‌طور مرتب تصاویری رنگی از اجرام آسمانی می‌گیرند که رقیب تصاویر رصدخانه‌های بزرگ و حرفه‌ای است. حتی امروزه از دوربین‌های دیجیتال نیز برای عکاسی نجومی با تلسکوپ استفاده‌ی بسیاری می‌شود. اما عکاسی با فیلم‌های نگاتیو و اسلاید ۳۵ میلی‌متری با رشد عکاسی با سی‌سی‌دی و امکان فیلمبرداری نجومی به‌سرعت رو به کاهش است (مطلب بعدی را ببینید). راهنماهای عملی فراوانی درباره‌ی عکاسی نجومی عادی و الکترونیکی در دسترس منجمان آماتور امروزی است. منبعی عالی برای این کار کاتالوگ شرکت انتشارات اِسکای است که می‌توانید با پست الکترونیک یا به‌صورت آن‌لاین از این نشانی دریافت کنید: www.skyandtelescope.com. قیمت دوربین‌هایی که برای عکاسی نجومی استفاده می‌شوند تقریباً برابر دوربین‌هایی است که برای عکاسی از مناظر زمینی استفاده می‌شوند زیرا هر دو یک ابزارند. اما اینجا لازم می‌دانم که نصیحتی به شما بکنم. اگر در دنیای نجوم تازه‌واردید، پیش از ورود به عرصه‌ی عکاسی نجومی از هر نوع ابتدا مدتی را فقط صرف رصد آسمان و آشنایی با آن در هر چهار فصل با چشمان برهنه و نه دوربین بکنید. (و در این‌باره بحث «ارتباط فوتونی» را در فصل ۱۲ ببینید.)

۱- spectrpscope
۲- Rainbow Optics
۳- *Observer's Guide to Stellar Evolution*
۴- Mark Inglis
۵- astrocamera

تصویربردارهای سی‌سی‌دی و ویدئویی[۵] از سی‌سی‌دی (CCD) و دوربین‌های ویدئویی متصل‌شونده به چشمی یا وب‌کَم‌های معمولی برای عکس‌برداری از آسمان با تلسکوپ استفاده می‌کنند. عکس‌برداری با سی‌سی‌دی، به‌ویژه، در بیشتر رصدخانه‌های تحقیقاتی بزرگ امروز دنیا جایگزین عکس‌برداری با فیلم‌های عکاسی شده است و این به‌سبب سرعت بیشتر (یا «راندمان کوانتومی[۱]») و بُرد دینامیک (توانایی تفکیک نقاط کم نور و پُرنور) آن‌ها، و نیز این حقیقت است که عکس گرفته‌شده را می‌توان بلافاصله دید و با استفاده از نرم‌افزارهای پیچیده‌ی کامپیوتری پردازش الکترونیکی کرد. امروز با زمان‌های نوردهی چند دقیقه و چند ثانیه می‌توان به تصاویری رسید که سریع‌ترین فیلم‌ها در عرض چند ساعت می‌گرفتند. و این ابزار امروز به‌طور گسترده در دسترس منجمان آماتور نیز قرار دارد. مدل‌های ساده و ابتدایی آن‌ها کاملاً قابل خریداری است.

شرکت مید و اُریون پیشگام تولید و عرضه‌ی دستگاه‌های سی‌سی‌دی قابل خریداری مخصوص تلسکوپ‌های خودشان هستند؛ ازجمله تصویربردار اعماق آسمان[۲] بسیار محبوب و آسان‌استفاده‌ی مید که دارای نرم‌افزار پردازش اتوستار سوت[۳] است و به قیمت حدود ۵۰۰ هزار تومان عرضه می‌شود و شعارش عکس‌های عالی در شب اول استفاده است! اما اینجا هم یک بار دیگر نصیحت‌های من را در مبحث دوربین‌های نجومی مطالعه کنید.



شکل ۷-۹

دوربین‌های الکترونیکی چشمی (هم سیاه و سفید، و هم رنگی)، مانند آنچه در این تصویر می‌بینید، تصویربرداری ویدئویی را آسان و کم‌هزینه کرده‌اند. خروجی دوربین را می‌توانید هم‌زمان بر صفحه‌ی نمایش ببینید یا می‌توانید آن را ضبط و بعداً تماشا کنید.

۱- CCD and video imagers
۲- quantum efficiency
۳- Deep Sky Imager
۴- Autostar Suite

کامپیوتر، مانند تقریباً همه‌ی امور زندگی مدرن، در نجوم رصدی نیز ابزار مهمی است. به‌سختی می‌توان آن را جزو «لوازم جانبی» تلسکوپ‌ها دانست، با این حال از آن در کارهایی نظیر کمک به یافتن اجرام آسمانی، و در ساختن، پردازش، و نمایش رصدها با تصویربردارهای الکترونیکی استفاده می‌شود که همه‌ی این کارها از راه دور، از اتاق نشیمن یا دفتر کار رصدگر، انجام می‌شود. هرچند همه‌ی این کارها بی‌شک جای خود را دارند این رصد «روبوتیک» از راه دور، هر چقدر هم



شکل ۷-۱۰

در اینجا یک دوربین تصویربرداری رنگی سی‌سی‌دی را می‌بینید که به فکوسرِ یک تلسکوپ بازتابی نیوتونی متصل شده است. این دوربین در اصل برای عکاسی از اجرام اعماق آسمان طراحی شده است درحالی که مدل‌های دیگری نیز برای تصویربرداری از اجرام منظومه‌ی شمسی، مانند ماه و سیارات، در دسترس‌اند. در هر دو حالت، خروجی دوربین برای تماشا و پردازش وارد کامپیوتر می‌شود. این ابزارهای دارای جدیدترین فناوری به منجمان آماتور امکان می‌دهد که تصاویری قابل رقابت با رصدخانه‌های حرفه‌ای بگیرند!

راضی‌کننده و راحت باشد (به‌ویژه در آب‌وهوای گرم و مرطوب یا خیلی سرد)، به هر حال دیدن آسمانِ واقعی نیست؛ و حتی اغلب بودن زیر آسمانِ واقعی هم نیست! یک بار دیگر، برای به دست آوردن دورنمایی در این‌باره، مبحث «ارتباط فوتونی» را در فصل ۱۲ ببینید.

دایره‌های تنظیم مختصات سماوی[۱] و *سیستم‌های گوتو*، *پوش-پول-تو*[۲]، و جی‌پی‌اِس همگی ابزارهایی‌اند برای کمک به رصدگر برای یافتن اجرام آسمانی که در سطوح مختلفی از نظر پیچیدگی قرار می‌گیرند. برخی از آن‌ها ابزار جانبی استاندارد همراه برخی تلسکوپ‌ها هستند، درحالی‌که بعضی دیگر را باید جداگانه سفارش دهید. همان‌طور که در فصل ۳ اشاره شد، استفاده‌ی سنتی از دایره‌های

۱- setting circles
۲- Push-Pull-To

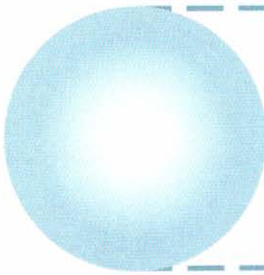
تنظیم مکانیکی (و به همان ترتیب مدل‌های دیجیتال آن) بر مقرّهای استوایی، که بُعد و مِیل را برای یافتن اهداف آسمانی نمایش می‌دهند، به‌سرعت جای خود را به این دستگاه‌های کامپیوتری داد. به این ترتیب (پس از تنظیم ابتدایی بر دو یا سه ستاره‌ی درخشان) یافتن هزاران جرم فقط با فشار چند دکمه ممکن می‌شود و در عین حال در همان زمان قابلیت‌های عالی برای ردیابی اجرام نیز وجود دارد. در مورد دستگاه‌های پوش-پول-تو (که در بازتابی‌های دابسونی اینتلِی‌سکوپ اُریون عرضه شده است)، پس از این‌که نام یا مشخصات موقعیت جرم وارد صفحه‌کلید شد، رصدگر تلسکوپ را با دست (به جای موتور ردیاب) حرکت می‌دهد تا زمانی که عبارت «null» یا عدد صفر بر صفحه‌ی نمایش نقش ببندد. در این هنگام، جرم در میدان دید چشمی قرار دارد. این ابزارها یافتن اجرام را بسیار ساده می‌کنند و به‌ویژه زیر آسمانی با آلودگی نوری یا زمانی که فرصت کافی برای یافتن اجرام مبهم وجود ندارد بسیار مفیدند. آن‌ها بی‌شک برای برآوردن بعضی اهداف مفیدند و در نجوم آماتوری امروز نقش مهمی دارند. البته یافتن خودکار اجرام آسمانی بیشترِ لذت کاوش در آسمان‌ها را از بین می‌برد و موجب می‌شود که رصدگران آسمان را نشناسند. رصدگرانی امثال من روش‌های قدیمی و از مُدافتاده و آهسته‌ی پرش ستاره‌ای از ستاره‌های پُرنور به دیگر اجرام را، پس از استفاده از نقشه‌ای خوب از آسمان، ترجیح می‌دهند و از مناظر غیرمتنظره و باشکوه فراوان در میان راه لذت می‌برند!

بخش دوم

استفاده از تلسکوپ و دوربین دوچشمی



فصل ۸



شیوه‌های رصد

تمرین دادن چشم

معمولاً شنیده‌ایم که می‌گویند خود رصدگری که پشت چشمی تلسکوپ یا دوربین دوچشمی مشغول رصد است بسیار مهم‌تر از اندازه یا نوع یا کیفیت ابزار است. ممکن است رصدگری بی‌تجربه به سیاره‌ی مشتری نگاه کند و شاید دو کمربند استوایی تیره‌ی اصلی روی آن را شناسایی کند، درحالی‌که رصدگری باتجربه با همان تلسکوپ و همان بزرگنمایی معمولاً بیش از یک دوجین کمربند و نوار تیره و روشن را تشخیص می‌دهد. همچنین رصدگر تازه‌کار ممکن است یک سحابی را به‌صورت تابشی شبح‌وار و به‌زحمت قابل دید در چشمی ببیند، درحالی‌که رصدگری کهنه‌کار جزئیاتی ظریف و گاه حتی ته‌رنگ‌هایی گوناگون در آن می‌بینند. مسئله فقط تمرین و عادت دادن چشم است و در کنار آن مغز که تصاویر شکل‌گرفته در تلسکوپ را پردازش می‌کند.

سِر ویلیام هرشل - رصدگر مشهور انگلیسی- سال‌ها پیش چنین نصیحتی کرده است: «نباید انتظار داشته باشی که در وهله‌ی نخست ببینی. دیدن از برخی جهات هنری است که باید یاد بگیری». (به بیان دیگر، باید ترکیب چشم-مغز به وجود آن آگاه شده باشد.) و رصدگر بزرگ دیگری در گذشته، ویلیام هنری اسمیت[1]، نیز چنین گفته است که: «بسیاری از اجرام، که برای دیده شدن با ابزاری ثانوی کم‌فروغ‌اند، برای کسی که می‌داند چطور آن‌ها را ببیند به حدّ کافی ساده‌اند».

چهار حوزه‌ی متفاوت وجود دارند که در آن‌ها می‌توان چشم رصدگر را برای بیشتر دیدن در چشمی (تلسکوپ یا دوربین دوچشمی) تمرین داد. اجازه دهید با *تیزی دید*[2] شروع کنیم؛ یعنی توانایی دیدن یا تشخیص جزئیات ظریف در تصویر. بحثی در این نیست که هرچه وقت بیشتری پشت

۱- William Henry Smyth

۲- visual acuity

چشمی صرف کنید سرانجام جزئیات بیشتری را می‌بینید! حتی بدون هیچ برنامه‌ی هدف‌داری برای تمرین دادن چشم، ترکیب چشم–مغز یاد می‌گیرد که به دنبال جزئیات ظریف در آنچه می‌بیند بگردد و آن‌ها را بیابد. اما با انجام تمریناتی ساده که به مدت چند هفته هر روز تکرار شوند می‌توان به این فرایند به‌طرز قابل‌توجهی سرعت بخشید. بر تکه کاغذی سفید دایره‌ای به قطر حدود ۸ سانتی‌متر بکشید. سپس، با استفاده از مدادی نرم، به‌طور تصادفی علائم مختلفی را، از لکه‌های محو پهن تا خطوط و نقاط ظریف، در این دایره بکشید. حالا کاغذ را در سوی دیگر اتاق در فاصله‌ی دست‌کم ۶ متر از خودتان قرار دهید و با چشم برهنه (غیرمسلّح) به آن نگاه کنید و آنچه را می‌بینید بکشید. در ابتدا، فقط علائم بزرگ‌تر را می‌بینید اما وقتی این کار را مدام تکرار می‌کنید تعداد بیشتر و بیشتری از آن‌ها را می‌بینید!

یک گام جلوتر می‌رویم. دایره‌ی سفید را ببُرید و روی زمینه‌ای سیاه بچسبانید. سپس، اتاق را تاریک کنید و تصویر روی دایره را با چراغ‌قوه‌ای کم‌شدت با نور گسترده، که به آن می‌تابانید، روشن کنید. اگر این کار را از فاصله‌ی نزدیک‌تر انجام دهید، نمای قرص سیاره‌ای را شبیه‌سازی می‌کنید که در زمینه‌ی سیاه آسمان شب از پشت تلسکوپ دیده می‌شود. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که تیزی دید پس از انجام این تمرین‌ها تا ۱۰ برابر افزایش می‌یابد! نه‌تنها، درنتیجه‌ی این تمرین، جزئیات بیشتری روی خورشید و ماه و سیارات می‌بینید بلکه می‌توانید ستاره‌های دوتایی بسیار نزدیک‌تر به هم را، نسبت به پیش، تفکیک کنید.

حوزه‌ی دومِ تمرین دادن ترکیب چشم–مغز استفاده از شیوه‌ی رصدی نگاه چپ‌چپ[1] برای دیدن اجرام کم‌نور است. این شیوه از این حقیقت سود می‌برد که بخش‌های خارجی شبکیه‌ی چشم، شامل سلول‌های گیرنده‌ای به نام سلول‌های *استوانه‌ای*[2]، نسبت به سطوح پایین‌تر روشنایی بسیار حساس‌تر از مرکز چشم، شامل سلول‌های گیرنده‌ای به نام *مخروطی‌ها*[3]، است. (بحث پایین را ببینید که شامل درک رنگ در سلول‌های مخروطی می‌شود.) همین موضوع شرح این تجربه‌ی معمول است که وقتی در شب رانندگی می‌کنید، اجسامی که از کناره‌های چشم می‌بینید درخشان‌تر از زمانی به نظر می‌رسند که برگردید و مستقیم به آن‌ها نگاه کنید.

نگاه چپ‌چپ در رصد نجومی برای یافتن هم‌دم‌های کم‌فروغ در ستاره‌های دوتایی و چندتایی و نیز ستاره‌های کم‌نور در خوشه‌های کروی و باز استفاده می‌شود. اما این شیوه به‌ویژه (و به‌صورت واضح‌تر) در رصد اجرامی با روشنایی سطحی کم، مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها، مفید است. در چنین رصدی افزایش ۲ تا ۲٫۵ برابر در روشنایی (تقریباً یک قدر کامل) گزارش شده است! وقتی چنین جرمی را در مرکز میدان دید قرار دادید به یک سمت آن (بالا و پایین هم خوب است) نگاه کنید و خواهید دید که به‌طرز معجزه‌آسایی واضح‌تر می‌شود. (آگاه باشید که فضای خالی کوچک و تیره یا «نقطه‌ی مرده»ای در فرورفتگی بین چشم و گوش وجود دارد که ممکن است در نگاه کردن به آن سمت با آن مواجه شوید.)

1- averted (or side) vision
2- rods
3- cones

یکی از جذاب‌ترین مثال‌ها در اثر رصد چپ‌چپ رصد سحابی «سیاره‌نمای چشمک‌زن» است؛ این نامی است که من در مقاله‌ای در مجله‌ی *اسکای‌اندتلسکوپ* برای این سحابی اختراع کردم. نام رسمی آن NGC ۶۸۲۶ است و در صورت فلکی دجاجه قرار دارد و با تلسکوپی ۳ تا ۴ اینچی به‌وضوح دیده می‌شود. این سحابی درواقع ابر مه‌آلود آبی-سبز شفافی از قدر ۱۰ و به قطر حدود ۲۷ ثانیه‌ی قوس است که دور ستاره‌ای از قدر ۹ را پوشانده. اگر مستقیم به ستاره خیره شوید اثری از سحابی نمی‌بینید. اما اگر از شیوه‌ی نگاه چپ‌چپ استفاده کنید، ناگهان سحابی ظاهر می‌شود و آن‌قدر روشن است که ستاره‌ی مرکزی را کم‌فروغ جلوه می‌دهد. اگر مدام شیوه‌ی نگاه کردن را از چپ‌چپ به مستقیم و برعکس تغییر دهید اثر چشمک‌زدن بسیار جالبی را مشاهده خواهید کرد؛ گویی سحابی مدام خاموش و روشن می‌شود!

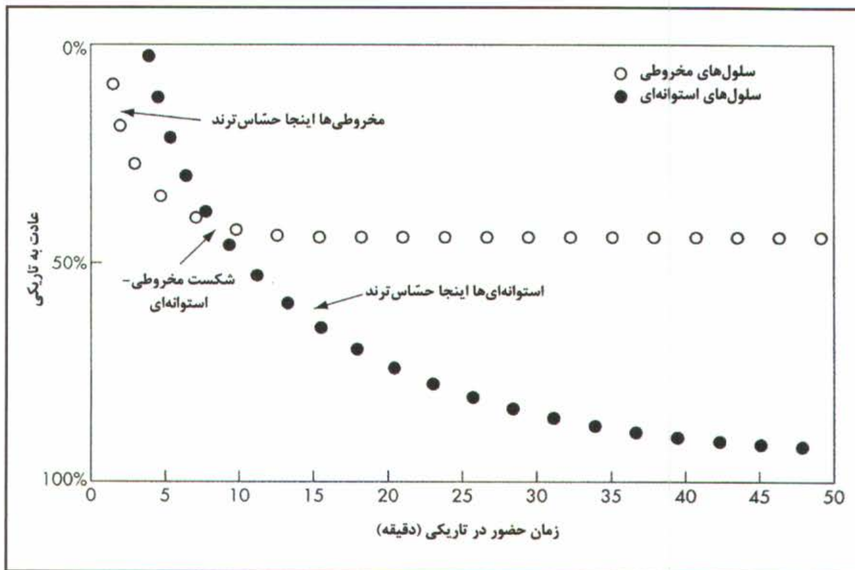
حوزه‌ی سوم دربرگیرنده‌ی ترکیب چشم-مغز در *ادراک رنگ*[1] است. در نگاه نخست، همه‌ی ستاره‌ها به نظر سفید می‌آیند. اما اگر بیشتر دقت کنید تفاوت‌های رنگی در میان ستاره‌های درخشان‌تر خود را نشان می‌دهند. ته‌رنگ‌های متضاد و دوست‌داشتنی قرمز-نارنجی ستاره‌ی یدالجوزا و آبی-سفید ستاره‌ی رجل‌الجبار در صورت فلکی جبار در آسمان زمستان یکی از واضح‌ترین مثال‌هاست. مثال دیگر را می‌توانید در آسمان تابستان با مقایسه‌ی رنگ آبی-سفید ستاره‌ی نسر واقع در صورت فلکی شلیاق و نارنجی ستاره‌ی سِماک رامِح در صورت فلکی عوّا ببینید. درواقع، آسمان مملو از رنگ‌هاست به شرطی که چشم برای دیدن آن‌ها تعلیم دیده باشد! در حقیقت، رنگ ستاره‌ها نشانی از دمای سطحی آن‌هاست: قرمزترها نسبتاً سردند و آبی‌ترها داغ‌ترند. ستاره‌های زرد و نارنجی در این بین قرار دارند.

سلول‌های استوانه‌ای در کناره‌های چشم به نور حساس‌اند اما کوررنگ‌اند. پس، برای دیدن رنگ ستاره‌ها (چه تکی، چه دوتایی یا چندتایی) و دیگر شگفتی‌های آسمان باید از شیوه‌ی نگاه مستقیم استفاده کنید تا از حساسیت رنگی سلول‌های مخروطی مرکز چشم بهره ببرید. مستقیم به جرمی آسمانی خیره شوید تا رنگش را تشخیص دهید و سپس چپ‌چپ نگاهش کنید تا روشن‌تر شود (مگر این‌که خودش جرمی روشن باشد؛ مانند سیاره یا ستاره‌ای پُرنور). در اینجا باید به این نکته اشاره کنم که در نگاه کردن به ستاره‌های قرمز پدیده‌ای به وجود می‌آید به نام اثر پورکینیه[2]، به این ترتیب که هرچه بیشتر به آن‌ها نگاه کنید روشنایی آن‌ها ظاهراً افزایش می‌یابد!

حوزه‌ی آخر در تمرین دادن چشم برای رصد بهتر موضوع *عادت به تاریکی*[3] است. این حقیقتی روشن است که چشم برای تطبیق با تاریکی پس از خروج از محیطی نورانی به زمان نیاز دارد. در اینجا دو عامل نقش دارند. یکی گشاد شدن مردمک چشم است که به محض ورود به تاریکی آغاز می‌شود و چند دقیقه‌ای ادامه می‌یابد. دیگری شیمیِ خود چشم است که هورمون رودوپسین[4] (که معمولاً «ارغوان بینایی[5]» نامیده می‌شود) حساسیت سلول‌های استوانه‌ای را به سطوح پایین‌تر

۱- color perception
۲- Purkinje Effect
۳- dark adaptation
۴- Rhodopsin
۵- visual purple

روشنایی تحریک می‌کند. نتیجه این است که دید در شب در مدت نیم ساعت اول یا کمی بیشتر به‌سرعت بهتر می‌شود (و سپس این روند با سرعت کمتری در ساعات بعدی ادامه می‌یابد). به همین سبب است که در ابتدای ورود به تاریکی آسمان سیاهِ سیاه به نظر می‌رسد اما بعدتر، که چشم کاملاً به تاریکی عادت کرد، خاکستری می‌شود. در وهله‌ی نخست اثر تضادّ نوری است اما سپس چشم به نور ستاره‌ها و آلودگی نوری و هواتاب طبیعی آسمان شب، که در ابتدا دیده نمی‌شدند، حسّاس می‌شود.



شکل ۸-۱

زمان سازگاری با تاریکی برای هر دو نوع سلول چشم؛ مخروطی‌های حساس به رنگ (دایره‌های توخالی) در مرکز چشم و استوانه‌ای‌های حساس به نور (دایره‌های سیاه) در بخش‌های کناری چشم. در نقطه‌ی «شکست مخروطی-استوانه‌ای»، حدود ۱۰ دقیقه بعد از آغاز حضور در تاریکی، حساسیت سلول‌های مخروطی به تغییرات بیشتر پایان می‌دهد و بی‌تغییر باقی می‌ماند. اما سلول‌های استوانه‌ای به افزایش حساسیت در برابر نورهای کم ادامه می‌دهند تا حدود ۴ ساعت بعد که به سازگاری کامل با تاریکی می‌رسند! در زمان رصد، چشم در حدود ۳۰ تا ۴۰ دقیقه به سازگاری لازم با تاریکی می‌رسد.

رصدگران معمولاً شب‌های رصدی خود را با رصد اجرام پُرنورتر، مانند ماه و سیارات، آغاز می‌کنند و سپس به سراغ کم‌نورترها می‌روند تا اجازه دهند چشم به‌تدریج و به‌صورت طبیعی به تاریکی عادت کند. این موضوع به‌ویژه در رصد اجرام بسیار کم‌فروغ، مانند سحابی‌ها یا کهکشان‌ها، مهم است. ستاره‌ها عموماً خودشان به حدّ کافی پُرنور هستند که در نگاه اول در تلسکوپ دیده شوند. موارد استثناء هم ستاره‌های دوتایی کم‌نور یا همدم‌های کم‌فروغ ستاره‌های درخشان است (جایی که درخشندگی ستاره‌ی اصلی معمولاً اثر عادت به تارکی را از بین می‌برد). نور سفید موجب از بین رفتن

عادت چشم به تاریکی می‌شود اما نور قرمز آن را حفظ می‌کند. به همین سبب خوب است تمرین کنید تا با نور قرمز نقشه‌ی آسمان را بخوانید یا برای خودتان یادداشت‌برداری کنید. روش مفید دیگر استفاده از عینک آفتابی (کاملاً قطبیده) در روزی است که می‌دانید شب رصدی در پیش دارید و می‌خواهید به دنبال اجرام کم‌نور بگردید. آزمایش‌ها نشان داده است که نور شدید آفتاب، به‌ویژه در ساحل یا نزدیک دیگر اجسام بازتابنده مانند آب یا برف، ممکن است فرایند عادت کردن چشم به تاریکی را تا چند روز به تأخیر بیندازد!

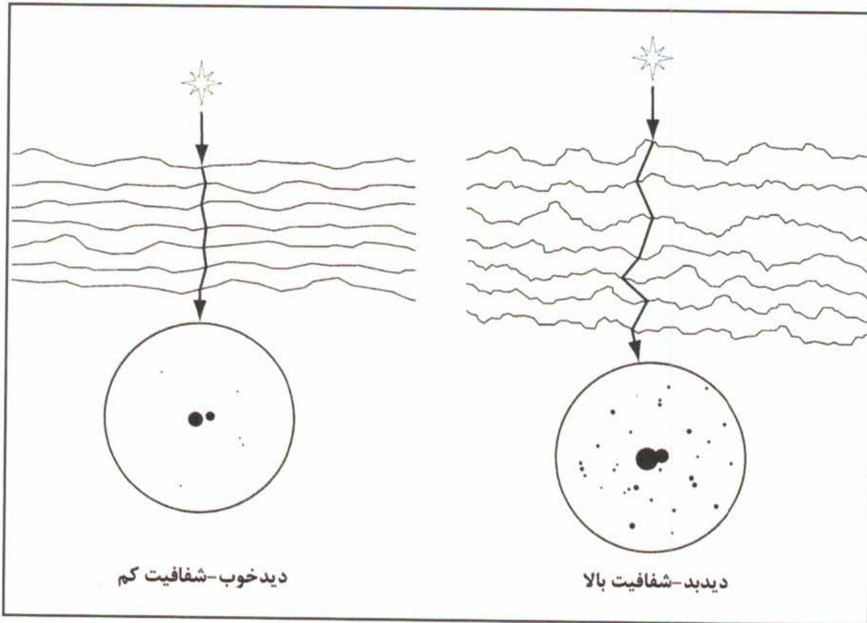
شرایط آسمان

تعدادی عوامل جوّی و دیگر عوامل مرتبط وضوح تصویر اجرام آسمانی را در تلسکوپ تحت تأثیر قرار می‌دهند. در مورد ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتایی مهم‌ترینِ این عوامل آشفتگی جوّی یا دید است که درواقع نشانه‌ای از پایداری تصویر است. در برخی از شب‌ها، هوا آن‌قدر ناپایدار است (یا آن‌طور که گاه ذکر می‌شود آن‌قدر «می‌جوشد») که تصویر ستاره‌ها همچون کره‌های عظیم پُف‌آلود و لرزان به نظر می‌رسد و جزئیات روی سطح ماه و سیارات اصلاً وجود ندارند. این موضوع معمولاً در شب‌هایی رخ می‌دهد که شفافیت جوّی بسیار بالاست؛ شب‌هایی با آسمانی به شفافیت بلور که هوای بالای سر حرکتی سریع و آشفته دارد. در شب‌های دیگر، تصویر ستاره‌ها معمولاً نقطه‌ای است و تقریباً هیچ حرکتی ندارد و جزئیاتی ظریف بر سطح ماه و سیارات آشکار می‌شود، گویی که هنرمندی آن‌ها را حکّ کرده است. چنین شب‌هایی معمولاً مه‌آلود و/یا مرطوب‌اند که نشان می‌دهد هوای آرام و راکد بالای سر رصدگر ایستاده است و دید عالی است.

یکی از چشمگیرترین و آشکارکننده‌ترین محاسبات درباره‌ی اثرات متغیر شرایط دید بر رصد اجرام آسمانی را رصدگر بزرگ ستاره‌های دوتایی، س.و. بِرنهَم[1]، در محاسبات مربوط به منظومه‌ی دوتایی مشهور شباهنگ (آلفا-کلب‌اکبر[2]) انجام داده است: «عدسی شیئی ۶ اینچی یک شب همدم شباهنگ را به‌خوبی نشان می‌دهد؛ شب بعد در حدّ دید چشم برهنه، و بزرگ‌ترین تلسکوپ جهان ردّی از این ستاره‌ی کوچک نشان نمی‌دهد گویی که کلاً از هستی محو شده است».

رصدگران انواع *مقیاس‌های دید*[3] را به کار می‌گیرند تا میزان ثبات جوّی را ارزیابی کنند. یکی از معروف‌ترینِ آن‌ها از مقیاس عددی ۱ تا ۵ استفاده می‌کند که در آن عدد یک نشان‌دهنده‌ی تصویر لرزان و آشفته و ۵ نشان‌دهنده‌ی تصاویر شفاف و پایدار است. عدد ۳ نشانگر شرایط متوسط است. برخی هم مقیاس ۱ تا ۱۰ را ترجیح می‌دهند که در آن هم یک نشانگر شرایط خیلی ضعیف و ۱۰ نشان‌دهنده‌ی دید واقعاً عالی‌ست. (در برخی طرح‌ها ترتیب اعداد برعکس است و عدد کوچک‌تر

۱- S.W. Burnham
۲- Sirius (α-Canis Majoris)
۳- seeing scales



شکل۸-۲
در شب‌هایی با «دید» خوب یا ثبات جوّی، هوای بالای سر رصدگر آرام است و به‌صورت لایه‌های نسبتاً ملایم و هموار قرار دارد که معمولاً موجب آسمانی تار و مِه‌آلود می‌شود. این موجب می‌شود که نور ستاره بدون آشفتگی از جوّ عبور کند و تصاویری شفاف در چشمی ایجاد شود. در دید بد، جوّ بسیار آشفته است و معمولاً آسمانی شفاف و بلوری به همراه دارد که برای دیدن اجرام کم‌نور ایده‌آل است. اما تصاویر حاصل از ستاره‌ها معمولاً گوی‌های مبهم و لرزانی از نورند که این شب‌ها را برای رصد جزئیات ظریف روی ماه و سیارات یا تفکیک ستاره‌های دوتایی نزدیک نامناسب می‌کنند.

شرایط بهتر و عدد بزرگ‌تر شرایط بدتر را نشان می‌دهد.) درحالی‌که رصدهای غیرجدّی را اغلب می‌توان در شرایط زیر متوسط نیز انجام داد، بسیاری از انواع رصدها، مانند کشیدن طرح از رصد یا عکاسی از جزئیات ریز ماه و سیارات یا تفکیک ستاره‌های دوتایی نزدیک، نیازمند شرایط خوب تا عالی است.

عامل دیگری که بر کیفیت تصویر تلسکوپ تأثیر دارد به نام *دید محلی*[1] شناخته می‌شود؛ یا درواقع شرایط حرارتی درون و اطراف خود تلسکوپ. حرارتی که از جاده‌ها، خیابان‌ها، پیاده‌روها، خانه‌ها، و دیگر ساختارها (مخصوصاً در شب‌های پس از روزهای داغ) تابش می‌شود، نقش مهمی در تخریب کیفیت تصویر دارد و به‌کلّ نیز ربطی به شرایط جوّی ندارد. به همین سبب، رصد از مزرعه‌ها و فضاهای خارج از شهر و دور از خیابان‌ها و ساختمان‌ها به بهتر شدن شرایط دید محلی کمک می‌کند.

۱- local seeing

سرد کردن اُپتیک و لوله‌ی تلسکوپ نیز در رسیدن به تصاویری شفاف بسیار تأثیرگذار است. بسته به فصل سال، ممکن است یک ساعت یا بیشتر طول بکشد تا اُپتیک (به‌ویژه آینه‌ی اصلی در بازتابی‌های بزرگ) با هوای سرد شب هم‌دما شود. طی این فرایند سرد شدن، جریان‌های هوای داخل لوله‌ی تلسکوپ ممکن است کاملاً منجر به خرابی کیفیت تصویر شود، حالا شرایط جوّی هرچقدر هم که خوب باشد؛ این اتفاق حتی در دستگاه‌های لوله‌بسته، مانند کاتادیوپتریک‌های اشمیت-کاسگرین محبوب، نیز رخ می‌دهد. تلسکوپ‌های بازتابی باید لوله‌هایی دست‌کم چند سانتی‌متر بزرگ‌تر از خود آینه‌ی اصلی داشته باشند تا جریان‌های حرارتی جای کافی برای مانور داشته باشند و مجبور نباشند از مسیر نور حرکت کنند. تعجب‌آور این‌که حتی حرارت بلندشده از بدن خود رصدگر می‌تواند موجب نگرانی باشد، به‌ویژه با تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی که طراحی لوله‌باز دارند.

هیچ بحثی درباره‌ی شرایط آسمان و اثر آن بر رصد کامل نخواهد بود مگر با اشاره کردن به اثرات آزاردهنده‌ی نورهای درخشان؛ هم طبیعی و هم مصنوعی. به‌ویژه حوالی شب‌های ماه بدر، نور درخشان مهتاب نه‌تنها سازگاری چشم رصدگر با تاریکی (که پیش‌تر بحث کردیم) را از بین می‌برد بلکه بسیاری از شگفتی‌های کم‌فروغ آسمان، مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها، را نیز از بین خواهد برد. همراه مدرن این موضوع تهدید آلودگی نوری است؛ نورهایی رو به افزایش از خانه‌ها، ادارات، مراکز خرید، و پارکینگ‌ها که به جای تابیدن به زمین، که واقعاً نیاز است، رو به آسمان می‌تابد. این تقریباً همان اثر مهتاب درخشان را دارد چراکه این هم جوّ را روشن می‌کند که رصدگر باید از میانش به آسمان نگاه کند. اما افزون بر این، در مورد نورهای مصنوعی، مِه و ابرهای گذرا شدت اثرات آن‌ها را بیشتر می‌کنند؛ به این ترتیب که این تابش را به سوی تلسکوپ، دوربین، و چشم رصدگر بازتاب می‌دهند. خوشبختانه، سیارات و ستاره‌های درخشان (ازجمله ستاره‌های متغیر و دوتایی) و نیز خود ماه از این اثرات مصون‌اند و بنابراین در شب‌های روشن رصد به‌کلّی ناممکن نمی‌شود. اگر به موضوع آلودگی نوری و راه‌های کاهش آن علاقه‌مندید به سایت انجمن جهانی آسمان تاریک به نشانی www.darksky.org مراجعه کنید.

ثبت رصد

تاریخچه‌ی نجوم آماتوری و حرفه‌ای بر ارزش شخصی و علمی ثبت رصدهای هر شب گواهی می‌دهد. ثبت این‌که هر شب چه اجرامی را تحت چه شرایطی رصد کرده‌اید در آینده و حین مرور خاطرات رصدهای اولیه بسیار جالب و لذت‌بخش خواهد بود. حسّ ما از دیدن اجرام گوناگون آسمانی از چشمی تلسکوپ، که ممکن است بر ورقی نوشته یا طراحی یا به‌صورت صوتی ضبط یا عکاسی شده باشد، در سال‌ها و ماه‌های بعد لذت غریبی به وجود می‌آورد.

12-30-03 / 01:07 - 02:37 U.T.
C5 SCT S3, T4, QUARTER MOON, CALM

MOON (SHARED VIEW W/3 NEIGHBORS)

VENUS
MARS
γ AND
γ ARI
NGC 752/56 AND
AND. GAL. & COMPS.
α PSC
ζ PSC
19=TX PSC
η CAS
WZ CAS
Σ3053
M103
NGC 7789
σ CAS
Σ163
NGC457
DOUBLE CLUSTER
δ CEP
ξ CEP
β CEP

μ CEP
Σ2816/Σ2819
32 ERI
o^2 ERI
NGC 1535
PLEIADES
HYADES/ALDEBARAN/θ TAU
CRAB NEB+Σ742
M36, M37 + M38
UU AUR
λ ORI/Σ747
θ^1 ORI/ORION NEB
θ^2 ORI
RIGEL
BETELGEUSE
σ ORI/Σ761
NGC 1981
ζ ORI/NGC 2024
CASTOR
M35
SATURN!

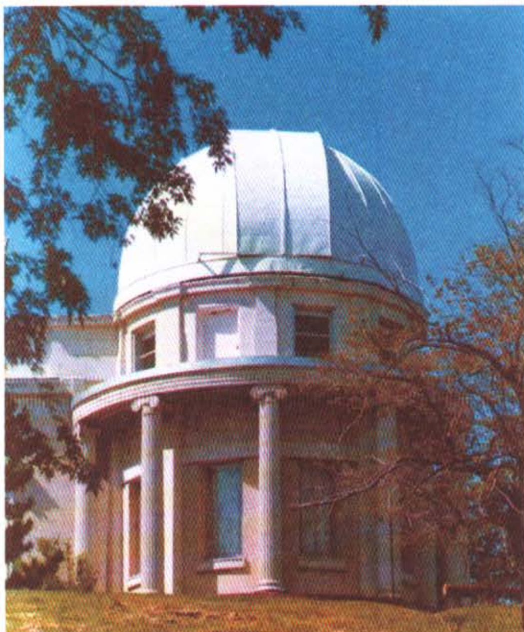
شکل ۸-۳
فهرست شلوغ رصدهای یک شب از دفتر یادداشت‌های نجومی نویسنده. تاریخ‌ها و زمان‌ها به وقت جهانی (U.T) ارایه شده‌اند که متعلق است به منطقه‌ی گرینویچ در انگلستان. از تلسکوپ ۵ اینچی اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتریک سلسترون در شرایط دید متوسط (S) و شفافیت خوب (T) استفاده شده و آسمان با نور ماه تربیع اول روشن شده بوده است. همه‌ی اجرامی که در این شب رصدی رصد شده‌اند جزو اجرام ویژه‌اند! معمولاً برای رصد اجرامی حتی کمتر از آنچه در این فهرست می‌بینید باید وقت بیشتری صَرف کنید تا کاملاً از شکوه عالم لذت ببرید.

از دید علمی، ممکن است وارد گروه‌های جست‌وجوی دنباله‌دارها، یا بررسی آسمان به دنبال نواَخترها، یا جست‌وجوی اَبَرنواَخترها در کهکشان‌های مارپیچی درخشان شوید. حتی رصدهایی با نتیجه‌ی منفی ممکن است برای اخترشناسان حرفه‌ای باارزش باشد. گاهی می‌بینید که جامعه‌ی نجومی در مجلات، نشریات، و رسانه‌های الکترونیکی خطاب این فراخوان‌ها قرار می‌گیرند که آیا کسی در تاریخ و ساعتی خاص فلان جرم خاص را رصد کرده است؟ اگر شما اتفاقاً «در زمان درست در مکان درست» بوده باشید و حتی اگر هیچ‌چیز غیرعادی هم در یادداشت‌های رصدی خود ثبت نکرده باشید همان هم ممکن است برای محققان ارزشمند باشد. (این موضوع به‌ویژه زمانی مفید است که می‌خواهند تعیین کنند نواَختری در کهکشان ما یا اَبَرنواَختری در کهکشان‌های دیگر نخستین بار چه زمانی دیده شده است.) و، البته، همیشه این امکان هست که شما نخستین فرد باشید که پدیده‌ای را در آسمان ببینید و خودتان آن را گزارش کنید!

اطلاعاتی که در دفتر ثبت رصدتان وارد می‌کنید باید شامل این موارد باشد: تاریخ و زمان آغاز و پایان شب رصدی (ترجیحاً به زمان/تاریخ جهانی وارد کنید)؛ نوع، اندازه، و مدل تلسکوپ مورد استفاده؛ بزرگنمایی(های) استفاده‌شده؛ شرایط آسمان (دید و شفافیت در مقیاس‌های ۱-۵ یا ۱-۱۰ به همراه یادداشت‌هایی درباره‌ی ابرهای گذرا، مِه، مهتاب، و دیگر منابع آلودگی نوری)؛ و درنهایت یادداشتی درباره‌ی هرکدام از اجرام رصدشده (اگر خیلی علاقه‌مندید به همراه طرح یا عکسی از آن‌ها). و در اینجا نکته‌ای مهم را باید در ثبت رصدهای تلسکوپی به ذهن بسپارید: زمان ثبت رصدتان را به کمترین میزان ممکن کاهش دهید (هنگام ثبت رصد از نور قرمز استفاده کنید تا سازگاری چشم‌تان را با تاریکی حفظ کنید). برخی از رصدگران زمانی بسیار بیشتر از خود عمل مشاهده‌ی اجرام را به نوشتن و ثبت رصد اختصاص می‌دهند!

رصدگاه‌ها و رصدخانه‌ها

این‌که کجا از تلسکوپ‌تان (و نیز دوربین دوچشمی‌تان) استفاده می‌کنید موضوع بسیار مهمی است. برخی رصدگران برای این موضوع هیچ انتخابی ندارند و بنا به‌عللی مجبورند از بالکن، وسط خیابان، یا روی پشت‌بام خانه، یا حتی از پنجره‌ی اتاق‌شان به رصد بپردازند؛ که همگی هم جاهای «ممنوع»



شکل ۸-۴
نمونه‌ای زیبا از رصدخانه‌های گنبددار کلاسیک. زیباترین مدل در میان انواع حفاظ‌های تلسکوپ که بیشترین حفاظت در برابر باد و نورهای مستقیم را به عمل می‌آورد. هرچند این نوع رصدخانه‌ها محدودترین دید را از آسمان (به‌سبب شکاف باریک گنبد) و نیز بیشترین قیمت را دارند.

برای رصد به شمار می‌آیند! همین الان اشاره کردیم که حرارت بلندشده از خیابان‌ها یا سطح ساختمان‌ها بر کیفیت تصاویر تأثیر مخربی دارد. احتمالاً بدترین کار رصد بر بالای پشت‌بام است؛ کاری که بسیاری از آماتورها، که در آپارتمان‌های بلند در شهرها زندگی می‌کنند، انجام می‌دهند تا از نورهای خیابان‌های اطراف بالاتر باشند. پس از روزی گرم، سطح پشت‌بامی قیراندود حرارت خود را به سوی آسمان شب پس می‌دهد و رصدگر و تلسکوپ را در محاصره‌ی جریان هوایی به‌شدت ناپایدار قرار می‌دهد. و درحالی‌که نگاه کردن از پنجره –به‌ویژه در شب‌های زمستانی که بیرون سرد و داخل اتاق گرم است– همواره کاری بی‌فایده تلقی شده، برخی از رصدگران (مخصوصاً آن‌هایی که از تلسکوپ‌های شکستی بلندکانون استفاده می‌کنند) توانسته‌اند با بیرون کردن لوله‌ی تلسکوپ از پنجره، تا جای ممکن، تصاویر بسیار شفافی ببینند. شاید لازم به گفتن نباشد که محدوده‌ی قابل رصد از آسمان در همه‌ی این شرایط محدود است! و در مورد بالکن‌ها، هر حرکتی روی آن یا اطرافش (حتی حرکت کسی در داخل خانه یا آپارتمان) موجب لرزش آزاردهنده‌ی تصویر تلسکوپ می‌شود.

با افزایش روزافزون آلودگی نوری بسیاری از رصدگران همراه با تلسکوپ‌های خود به دنبال رصدگاه‌های تاریک می‌گردند. در برخی موارد، مقصد آن‌ها مکان‌هایی است که مخصوص گروه‌های نجومی طراحی شده؛ در دیگر موارد هم شهرها، روستاها، یا پارک‌های ملی است. این امر مزایای خودش را دارد –به‌ویژه برای رصدگرانی که علاقه‌ی اصلی‌شان رصد شگفتی‌های اعماق آسمان است؛ اما دردسر جمع‌وجور کردن تلسکوپ و لوازمش و مایحتاجی مانند آب و لباس مناسب و نیز رانندگی کردن تا آنجا و بازگشت باعث محدود شدن تعداد شب‌های رصدی، در مقایسه با رصد در حیاط خانه، می‌شود. و برای کسانی که بر این باورند که از شهر فقط می‌توان ماه و سیارات را رصد کرد باید بگویم که خود من، در بسیاری از شرایط، برخی از درخشان‌ترین کهکشان‌ها، مانند آندرومدا (M۳۱)، را از قلب شهرهای بزرگ دیده‌ام و به دیگران نیز نشان داده‌ام. دو منبع کمکی خوب برای چنین رصدهایی کتاب *نجوم رصدی در حومه‌ی شهرها*[۱] نوشته‌ی آنتونی کوک[۲] (انتشارات Springer، ۲۰۰۳) و *نجوم شهری*[۳] نوشته‌ی دنیس برِتیه[۴] و کلاوس براش[۵] (انتشارات دانشگاه کمبریج، ۲۰۰۳) هستند.

خوش‌اقبال رصدگری است که سرپناهی مناسب برای تلسکوپ خود داشته باشد؛ سرپناهی که بتوان تمام لوازم را به‌طور ایمن در آن باقی گذاشت و همه‌چیز آماده‌ی استفاده‌ی بلافاصله در هنگام لزوم باشد. *رصدخانه‌های گنبددار*[۶] شناخته‌ترین و زیباترین ساختار این‌چنینی است و بیشترین محافظت را در برابر باد و نیز نورهای اضافی در حین رصد ارایه می‌دهد. اما این مدل همچنین گران‌قیمت‌ترین مدل سرپناه است و نیز بیشترین زمان را برای سرد شدن (هم‌دما شدن محیط داخل گنبد و تلسکوپ با محیط بیرونی) نیاز دارد و همچنین از میان شکاف گنبد بخش کوچکی از آسمان را می‌توان در هر لحظه دید.

۱- *Visual Astronomy in the Suburb*
۲- Anthony Cooke
۳- *Urban Astronomy*
۴- Denis Berthier
۵- Klaus Brasch
۶- domed observatory

گزینه‌ی دیگر به جای گنبد، رصدخانه‌های *سقف‌کشویی*[1] است. در این ساختارها سقف تخت مجموعه کلاً روی ریلی حرکت می‌کند و عقب می‌رود و کلّ آسمان به یک‌باره در اختیار شما قرار می‌گیرد. بسته به ارتفاع دیوار این نوع رصدخانه‌ها، بخش محدودی از باد و نورهای اضافی اطراف وارد رصدخانه می‌شود. ترکیبی لذت‌بخش بین این دو نوع رصدخانه‌های *سقف‌برگردان*[2] است. در





شکل۸-۵

الف و ب. نمونه‌ای عادی از رصدخانه‌های سقف‌کشویی. این یکی یک تلسکوپ شکستی کلاسیک ۸ اینچی مدل اَلوَن کلارک را در خود جای داده است که در هر دو حالت سقف باز (بالا) و سقف بسته (پایین) نشان داده شده است. این ساختار بیشترین بخش از آسمان را پوشش می‌دهد اما هم تلسکوپ و هم رصدگر در معرض باد و دیگر موارد قرار دارند (تا حدّی که بستگی به بلندی دیوارها دارد) و حفاظت کمی در برابر نورهای مستقیم وجود دارد.

۱- roll-off roof observatory

۲- flip-top roof observatory

این مدل، ساختاری با دیوارهای کوتاه و سقف نوک‌تیز مَفصَلی از وسط به دو نیم می‌شود که نیمی از آن به سوی شرق و نیم دیگر به سوی غرب می‌چرخد. یک سری زنجیر یا طناب ارتفاع هر نیمه را مشخص می‌کنند و رصدگر می‌تواند آن‌ها را با بخشی از آسمان، که می‌خواهد رصد کند، تنظیم و درعین حال از این دیوارها به‌مثابه محافظی در برابر باد یا نور نیز استفاده کند.

همچنین باید به سرپناهی منحصربه‌فرد برای تلسکوپ اشاره کنیم که نخستین بار رصدگر مشهور آسمان، لِسلی پلتیه[1]، آن را برای محافظت از تلسکوپ شکستی ۶ اینچی کوتاه‌کانون خود ساخت. در این سرپناه، که به *رصدخانه‌ی چرخ‌وفلکی*[2] معروف است، رصدگر بر صندلی‌های راحت تُشَک‌دار می‌نشیند به‌طوری‌که ساختمان رصدخانه او و ابزار را در بر گرفته است و همه به دور محور سَمت می‌گردند تا بخش مشخص مورد نظر از آسمان را دنبال کنند. خود تلسکوپ از نوعی دریچه در سقف تخت رصدخانه‌ی جعبه‌شکل به سوی آسمان نشانه می‌رود و طوری بر مقرّ نصب شده که برای نگاه کردن درون چشمی به کمترین حرکت سر نیاز است و فرقی هم ندارد که تلسکوپ به چه سمتی نشانه رفته است. برخی از دیگر رصدگران مدل خودشان را از طرح پلتیه ساخته‌اند و همه این طرح را حدّی نهایی در سرپناه‌های تلسکوپی شخصی می‌دانند. برای اطلاعات بیشتر درباره‌ی رصدخانه‌ی چرخ‌وفلکی می‌توانید خودزندگی‌نامه‌ی دلپذیر پلتیه به نام *شب‌های ستاره‌باران*[3] (انتشارات Sky Publishing، ۲۰۰۰) را بخوانید.

در اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که بسیاری از رصدگران قدیم –از جمله رصدگر بزرگ بریتانیایی، سِر ویلیام هرشل– در فضای باز و بدون هیچ سرپناهی کار رصدی انجام می‌دادند. امروز هم بسیاری از رصدگران این‌گونه عمل می‌کنند، از جمله خودِ من که البته با صرف هزینه‌های گزاف طی سال‌ها هم در مقام منجم آماتور و هم حرفه‌ای هر سه نوع رصدخانه را هم امتحان کرده‌ام.

مسائل شخصی

برخی عوامل کمترشناخته نیز وجود دارند که بر موفقیت کلّی هر شب رصدی تأثیر می‌گذارند. یکی موضوع لباس مناسب است. این مسئله به‌ویژه در ماه‌های سرد زمستان، که رصدگران در برخی شب‌ها دماهای زیر صفر را نیز تجربه می‌کنند، خیلی مهم است. وقتی بی‌حس و نیم‌منجمد شده‌اید، دیگر غیرممکن است که بتوانید پشت چشمی مؤثر باشید یا حتی فقط از رصد لذت ببرید. حفاظت مناسب از سر، دست‌ها، و پاها به‌ویژه در این شرایط ضروری است و عایق‌بندی حرارتی بدن در چندین لایه لباس روی هم در مقابل یک لباس گرم و سنگین توصیه می‌شود. طی ماه‌های

۱- Leslie Peltier

۲- merry-go-round observatory

۳- *Starlight Nights*

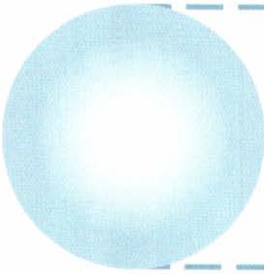
تابستان، مشکل برعکس می‌شود و رصدگران سعی می‌کنند که خنک بمانند. افزون بر شب‌های کوتاه در این فصل سال، مشکل بعدی پرواز آزاردهنده‌ی انواع حشرات و نیز مه‌گرفتگی و مرطوب شدن عدسی‌هاست. (بحث راجع به کلاهک‌های شبنم و گرم کردن چشمی‌ها را در فصل ۷ ببینید.)

مسئله‌ی بعدی طرز قرار گرفتن پشت تلسکوپ است. به‌کرّات نشان داده شده که رصدگرانی که در حالتی راحت پشت چشمی می‌نشینند نسبت به کسانی که می‌ایستند، چرخ می‌زنند، یا خم می‌شوند اجرام بیشتری را می‌بینند! اگر باید بایستید، اطمینان حاصل کنید که چشمی/فکوسِر در حالتی باشند که مجبور نباشید برای نگاه کردن درون آن‌ها گردن، سر، یا پشت‌تان را بچرخانید یا عضلاتی را بکشید. این موضوع مخصوصاً در استفاده از تلسکوپ‌های بازتابی بزرگ مهم است که حتی گاهی برای رسیدن به چشمی‌شان به نردبان نیاز دارید! و همچنین درباره‌ی موقعیت دوربین جوینده نیز، باوجودی که به این اندازه مهم نیست، باید دقت کنید طوری قرار بگیرد که بتوان بدون زیادی کج شدن از آن استفاده کرد.

رژیم غذایی مناسب و استراحت کافی نیز در ایجاد شب رصدی لذت‌بخش مؤثر است. تلاش برای رصد وقتی از نظر فیزیکی و/یا روحی خسته‌اید قطعاً نه‌تنها موجب ناامید شدن شما می‌شود بلکه ممکن است شما را به فکر فروختن تلسکوپ باارزش‌تان هم بیاندازد! حتی چُرتی کوتاه پیش از رفتن به رصد، در پایان یک روز شلوغ کاری، بسیار مفید است. خوردن شام سنگین، پیش از رصد، موجب احساس کِسِلی می‌شود و تمرکز و هوشیاری شما را برای کار با تلسکوپ کاهش می‌دهد. بهتر است شام را پس از پایان رصد بخورید، به‌ویژه که بسیاری از رصدگران بعد از رصد خود را گرسنه و قطحی‌زده حس می‌کنند (مخصوصاً در شب‌های سرد!) نوشیدنی‌های مختلف همچون چای، قهوه، و شکلات داغ می‌تواند انرژی مورد نیازتان را فراهم کند (و شما را در موقع لزوم گرم کند). یادتان باشد که نوشیدنی‌های الکلی درحالی‌که مردمک چشم را گشاد می‌کنند، که باعث ورود نور بیشتر به چشم می‌شود، همچنین اثر منفی بر شیمی چشم دارند. به این ترتیب توانایی چشم را در دیدن جزئیات ظریف و ریز بر ماه و سیارات، یا تفکیک ستاره‌های دوتایی نزدیک، و مخصوصاً حساسیت چشم را در تشخیص اجرام مه‌آلود کم‌فروغ مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها کاهش می‌دهد!

سرانجام مسئله‌ی بسیار مهمِ آمادگی مطرح می‌شود. این فقط آگاه بودن از این نیست که چه اجرامی در هر شب خاص در زمانی خاص از سال دیده می‌شوند، یا این‌که کدام‌شان با تلسکوپ یا ابزار شما دیده می‌شوند، یا تصمیم‌گیری راجع به این نیست که چه اجرامی را رصد کنید. مسئله فراتر از این است و به سوی درکی از ماهیت فیزیکی جرم رصدشده می‌رود؛ واقعیت‌هایی مانند نوع، فاصله، اندازه‌ی فیزیکی، روشنایی، جرم، دما، سرعت دور یا نزدیک شدن از/به شما، سرعت چرخش، ترکیبات، سنّ، و جایگاه آن در عالم هستی. به بیان دیگر، ما در مقام رصدگر باید به‌جز دیدن با چشم با ذهن‌مان هم «ببینیم.» (برای این‌که بهتر متوجه اهمیت و هدف آمادگی پیش از رصد شوید دستورات زیبای رصدگر کلاسیک، چارلز ادوارد بارنز[1]، را در نخستین خطوط فصل ۱۰ ببینید.)

۱- Charles Edward Barns



فصل ۹

رصد اجرام منظومه‌ی شمسی

در این فصل به وجوه مختلف رصد اجرام داخل منظومه‌ی شمسی با تلسکوپ و دوربین دوچشمی می‌پردازیم؛ هم برای لذت بردن و هم برای انجام رصدهای مفید علمی. این حوزه آن‌قدر وسیع است که کتاب‌های متعددی فقط در همین‌باره و نیز درباره‌ی هر یک از اجرام به‌تنهایی نوشته و منتشر شده است. به‌سبب کمبود جا در این کتاب مباحث مطرح‌شده فقط در حدّ مرور است. همچنین در هر بخش منابع اضافی مناسب را هم معرفی کرده‌ام.

خورشید

با ستاره‌ی درخشان و سوزان روزهای خود، خورشید، آغاز می‌کنیم که در فاصله‌ی متوسط ۱۵۰ میلیون کیلومتر (یا ۸ دقیقه‌ی نوری) از ما قرار دارد. خورشید یکی از اجرام آسمانی است که به جای نور کم، نور زیادی تولید می‌کند (که موجب شکایت همیشگی رصدگران است!)؛ آن‌قدر زیاد که رصد آن بدون حفاظت مناسب چشم حتی خطرناک است. تلاش برای رصد مستقیم خورشید یا رصد بدون استفاده از فیلترهای مناسب خورشیدی ممکن است موجب آسیب جدّی به چشم و حتی کوری موقت بشود. باوجودی که در فصل ۷ مُفَصّل درباره‌ی فیلترها بحث کردیم لازم است باز هم متذکر شویم که وقتی خورشید را رصد می‌کنید حتماً باید دوربین جوینده‌ی تلسکوپ را بپوشانید، زیرا ممکن است موجب سوختن پوست و موها یا حتی لباس‌های‌تان شود. دوربین‌های دوچشمی هم باید روی هر دو عدسی شیئی فیلتر داشته باشند (اینجا هم مثل تلسکوپ فیلتر را روی چشمی نگذارید!) تا رصدتان ایمن شود.

واضح‌ترین عوارض دیدنی بر سطح خورشید حتی از درون تلسکوپی ۲ یا ۳ اینچی با بزرگنمایی ۲۵ تا ۳۰ برابر لکه‌های *خورشیدی*[۱]، با *سایه‌ی*[۲] درونی تیره‌تر و *نیم‌سایه‌ی*[۳] بیرونی روشن‌ترشان، هستند. (برخی از بزرگ‌ترینِ آن‌ها در شرایطی خاص حتی با چشم برهنه دیده می‌شوند و بسیاری از آن‌ها را با دوربین‌های دوچشمی نیز می‌توان دید.) نه‌تنها شکل و اندازه‌ی آن‌ها مدام تغییر می‌کند، بلکه با چرخش خورشید مدام روی سطح خورشید نیز حرکت می‌کنند. نزدیک لبه‌ی خورشید، آن‌ها آشکارا به هم فشرده می‌شوند و در مرکز برخی از آن‌ها نیز حتی فرورفتگی ظاهری در نورسپهر (سطح مرئی خورشید) به نظر می‌رسد. به‌خوبی می‌دانیم که *لکه‌های خورشیدی*[۴] در چرخه‌ای ۱۱ ساله، به نام چرخه‌ی لکه‌های خورشیدی، می‌آیند و می‌روند. نزدیک بیشینه‌ی چرخه ممکن است سطح خورشید با آن‌ها پوشیده شود که معمولاً در گروه‌های بزرگ جمع‌اند، درحالی‌که در کمینه‌ی چرخه شاید یافتن حتی یک عدد از آن‌ها هم مشکل باشد.

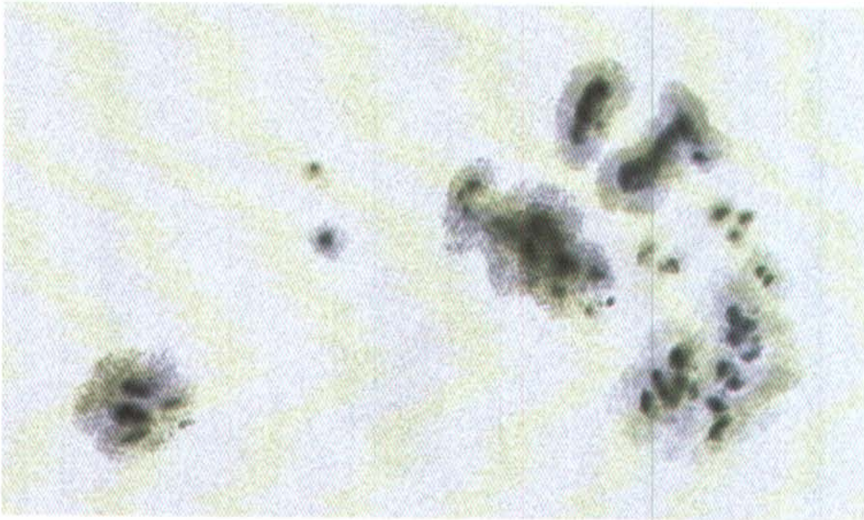


شکل۹-۱

فیلتر خورشیدی شیشه‌ای کامل که بر عدسی شیئی تلسکوپ شکستی ۸۰ میلی‌متری نصب شده است. (توجه کنید که درپوش جوینده بسته شده که نکته‌ای بسیار حیاتی است!) این فیلترها، که البته بسیار گران‌قیمت‌تر از فیلترهای مایلارند، تضادّ تصویر بهتری ارایه می‌دهند و در آن‌ها خورشید ظاهری زرد-نارنجی و طبیعی دارد، به جای رنگ آبی-سفید در فیلترهای مایلار. اگر این ابزار تمام-قطر به‌طرزی ایمن نصب شود برای رصد ستاره‌مان کاملاً ایمن است؛ در برابر کار بسیار خطرناک قرار دادن فیلتر روی خود چشمی که اصلاً توصیه نمی‌شود.

۱- sunspots
۲- umbra
۳- penumbra
۴- sunspot cycle

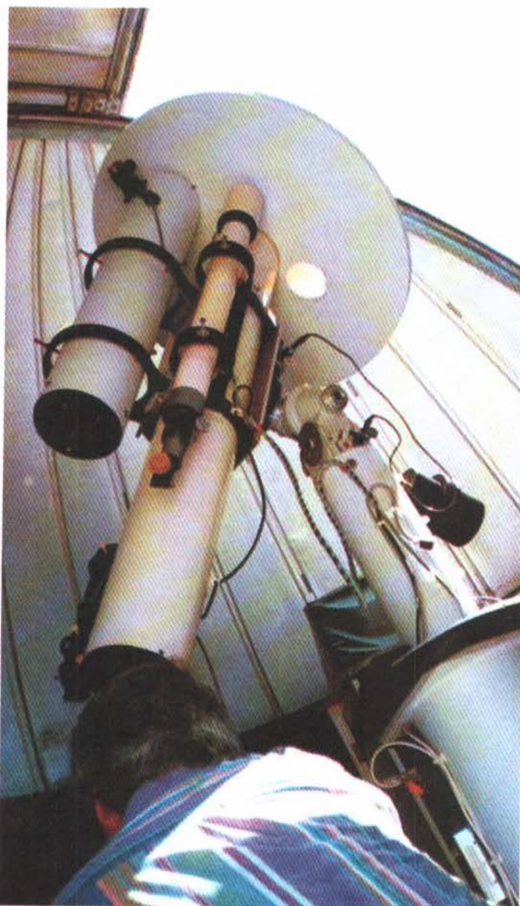
در شرایط نادر، *شراه‌ی سفیدنور*[۱] درخشانی ناگهان درون لکه‌ی خورشیدی ظاهر می‌شود، در عرض چند دقیقه پهنای آن را طی می‌کند و به سوی جوّ بیرونی خورشید زبانه می‌کشد. دیگر دیدنی‌هایی که باید دنبال‌شان بگردید *اثر تاریکی لبه*[۲] در نزدیکی حاشیه‌های قرص خورشید است که به خورشید شکل سه‌بُعدی بسیار قابل توجهی می‌دهد و می‌توان کروی بودن آن را واقعاً حس کرد. همچنین می‌توانم به *دانه‌دانه‌های*[۳] ریز سطحی اشاره کنم، که درواقع حباب‌های کوچک همرفتیِ حرارتی در نورسپهر خورشیدند که مدام در حال قُل زدن، ظاهر و ناپدید شدن، و در تاریکی لبه از همه‌جا آشکارترند. تلسکوپی ۴ یا ۵ اینچی با بزرگنمایی ۵۰ برابر یا بیشتر در شرایط دید خوب آن‌ها را به‌آسانی نشان می‌دهد. یکی دیگر از عوارض مشابه *مشعل‌ها*[۴]، نقاطی داغ‌تر و بنابراین درخشان‌تر، در نورسپهرند که معمولاً در نزدیکی لکه‌های خورشیدی دیده می‌شوند و، مانند دانه‌دانه‌ها، در تاریکی لبه بهتر دیده می‌شوند.



شکل۹-۲

طرحی بسیار پُرجزئیات از لکه‌های خورشیدی در رصدی مشهور و کلاسیک از ساموئل پیرپونت لَنگلی (Samuel Pierpont Langley) در سال ۱۸۷۰ با تلسکوپ شکستی ۱۳ اینچی با بزرگنمایی بسیار بالا در شرایط دید فوق‌العاده. به سایه‌های درونی تیره و نیم‌سایه‌های بیرونی روشن‌تر و ظریف توجه کنید. «کَک‌ومَک‌های» اطراف لکه‌های خورشیدی نشانگر دانه‌های خورشیدی یا سلول‌های همرفتی بر نورسپهر (یا سطح مرئی) خورشیدند.

۱- white-light flare
۲- limb darkening
۳- granulations
۴- faculae



شکل۹-۳
نویسنده در حال کار با تلسکوپ شکستی ۶ اینچی مجهز به فیلتر خورشیدی هیدروژن-آلفا. به قرص دایره‌شکل بر بالای لوله توجه کنید (که عدسی شیئی فیلتردار تلسکوپ از میان آن بیرون زده است) که هم مقابل جوینده و هم مقابل تلسکوپ بازتابی کوتاه‌کانون کمکی را پوشانده است (اقدام احتیاطی بسیار مهم!). این قرص همچنین مانع نور خورشید از تابیدن مستقیم به سر رصدگر می‌شود.



شکل۹-۴
نمایی از خورشید که به‌سادگی با نشانه‌روی دوربین از درون چشمی تلسکوپ تصویر ۹-۳ گرفته شده است. دقت در لبه‌های قرص خورشید چندین شراره‌ی کوچک را نمایان می‌کند، به‌ویژه در موقعیت‌های ساعت ۹ و ۱۰ قرص خورشید. آن‌ها در رصد واضح‌تر از آن‌اند که در اینجا نشان داده شده‌اند و حرکت دلپذیرشان را با رصد صبورانه می‌توان تشخیص داد.

همه‌ی آنچه در بالا گفتیم عوارض دیدنی سطح خورشیدند که در نور مرئی یا «سفید» دیده می‌شوند. با ظهور فیلترهای قابل خرید هیدروژن–آلفا (و حتی تلسکوپ‌های ویژه‌ی رصد خورشید که این فیلترها درون‌شان تعبیه شده است؛ فصل ۴ را ببینید.) برای منجمان آماتور هم ممکن شده که به اعماق لایه‌های پُرجوش‌وخروش ستاره‌مان نگاهی بیندازند و همچنین *زبانه‌های قوس‌دار*[۱] خورشید را نیز رصد کنند. زبانه‌ها گاه از لبه‌ی خورشید به‌طرزی اعجاب‌آور زبانه می‌کشند و گاهی نیز همچون روبان‌های مارمانند سیاهی از مقابل سطح خورشید حرکت می‌کنند. اگر به دنبال جرمی آسمانی می‌گردید که حین رصد شما «کاری انجام دهد» هیچ‌چیزی از خورشید در نور هیدروژن–آلفا پویاتر و تماشایی‌تر نیست.

در شرایطی نادر، می‌توان *گذر*[۲] سیارات داخلی عطارد و زهره را از روی سطح خورشید تماشا کرد. در این میان گذرهای عطارد فراوان‌ترند؛ آخرینِ آن‌ها در ۸ نوامبر ۲۰۰۶ (۱۷ آبان ۱۳۸۵) رخ داده و گذر بعدی عطارد روز ۹ مِه ۲۰۱۶ (۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۵) و بعدی در روز ۱۱ نوامبر ۲۰۱۹ (۲۰ آبان ۱۳۹۸) رخ می‌دهد. در چنین زمان‌هایی، این سیاره‌ی کوچک همچون نقطه‌ی ریز سیاهی به قطر ۱۰ ثانیه‌ی قوس (برای دیدن آن به دوربین دوچشمی قوی یا تلسکوپی کوچک نیاز دارید) دیده می‌شود که با سرعتی آهسته طی چند ساعت بر سطح خورشید حرکت می‌کند. گذرهای زهره بسیار نادرترند و وقتی رخ می‌دهند در جفت‌هایی با فاصله‌ی زمانی ۸ سال از هم است. فاصله‌ی هر جفت تا جفت بعدی حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ سال است. جفت آخری که رخ داده در سال‌های ۱۸۷۴ و ۱۸۸۲ بوده و نخستین گذر از جفت فعلی را در ۸ ژوئن ۲۰۰۴ (۱۹ خرداد ۱۳۸۳) دیدیم. در آن تاریخ، زهره همچون لکه‌ی خورشیدی بزرگ گِردی بود که حتی با دوربین دوچشمی هم به‌سادگی دیده می‌شد. گذر دوم این جفت در ۵ ژوئن ۲۰۱۲ (۱۶ خرداد ۱۳۹۱) رخ خواهد داد. جفت بعدی گذرهای زهره در سال‌های ۲۱۱۷ و ۲۱۲۵ میلادی (۱۴۹۶ و ۱۵۰۴ شمسی) رخ خواهند داد. به این نکته هم باید اشاره کنیم که گذرهای اجرام تیره‌ی دیگری به‌جز عطارد و زهره نیز بر سطح خورشید از زمان اختراع تلسکوپ (و حتی چندتایی پیش از تلسکوپ و با چشم برهنه) گزارش شده است. باوجودی که در سه قرن گذشته بیش از ۶۰۰ گزارش در متون نجومی آمده ماهیت آن‌ها هنوز ناشناخته و مبهم است. بنابراین رصدگران باید همواره مترصّد دیدن چنین مناظر عجیبی هم باشند. توجه داشته باشید که بالُن‌ها و ماهواره‌ها بسیار سریع از روی سطح خورشید می‌گذرند، درحالی‌که اجرام گزارش‌شده، همچون عطارد و زهره، حرکتی آهسته داشته‌اند. البته سعی کنید همواره با دید علمی به رصدهای خود نگاه کنید و از منابع موثق صحت آن‌ها را مطمئن شوید و ذهن خودتان را با افکار بی‌موردی مثل بشقاب‌های پرنده و از این قبیل مسایل درگیر نکنید. ثبت دقیق رصدها می‌تواند به شناسایی جرم رصدشده کمک کند. باز هم به یاد داشته باشید که حین رصد گذرها هم، گذر هرچه که باشد، باید از فیلترهای خورشیدی مناسب استفاده کنید.

۱- prominence

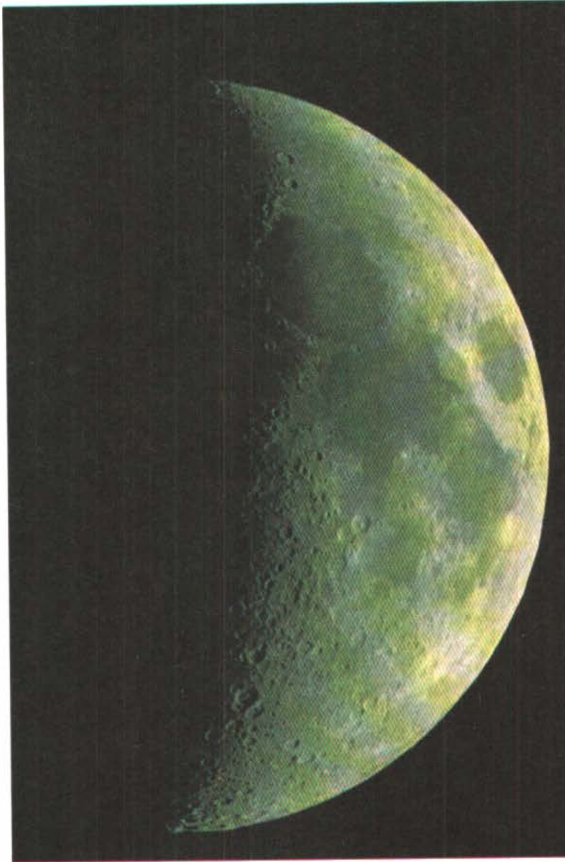
۲- transit

آخرین منظره‌ی تماشایی مربوط به خورشید کسوف یا *خورشیدگرفتگی*[۱] است که طی آن زمین از میان مخروط باریک سایه‌ی ماه عبور می‌کند. کسوف‌های طبیعی ممکن است جزیی، کامل، یا حَلقَوی (با حلقه‌ی آتشین خورشید به دور قرص تیره‌ی ماه در زمان *گرفت کلّی*[۲]) باشند. بی‌شک گرفت کامل بزرگ‌ترین شگفتی طبیعت است که رویدادهای هیجان‌انگیز بسیاری را نیز به همراه دارد که همگی در همان چند دقیقه‌ی ارزشمند گرفت کلّی رخ می‌دهند. یکی از آن‌ها ظهور ناگهانی *تاج*[۳] ظریف اما باشکوه خورشید، و دیگری رقص زبانه‌های سرخ‌رنگ بر لبه‌ی خورشید، و اثر مشهور «*حلقه‌ی الماس*[۴]» است. همچنین باید به تبدیل مهیّج نور روز به تاریکی، ظهور هیجان‌انگیز سیارات و ستاره‌های درخشان، و کاهش محسوس دمای محیط حین تاریک شدن اشاره کنیم. استفاده از فیلترهای خورشیدی در رصد خورشیدگرفتگی –چه با چشم برهنه، یا دوربین‌های دوچشمی (که معمولاً بهترین نما را دارد) یا با تلسکوپ– نیز کاملاً ضروری است؛ به‌جز زمان بسیار کوتاه گرفت کلی.

مـــاه

قمر دوست‌داشتنی زمین، در فاصله‌ی ۳۸۳ هزار کیلومتری، نزدیک‌ترین جرم آسمانی به ماست (البته به استثنای سیارک‌های «زمین‌خراش»!). و به همین سبب، مناظر بسیار متنوع و جالبی را برای رصد –حتی با دوربین دوچشمی– عرضه می‌کند. به‌جز «*دریاهای*[۵]» تیره‌ی واضح و نواحی درخشان مرتفع بر سطح ماه رشته‌کوه‌های شگفت‌انگیز، دشت‌های عظیم دیواره‌دار، گودال‌های برخوردی کوچک و بزرگ، حفره‌ها، گنبدها، دره‌های باریک، تَرَک‌ها و گُسَل‌ها، و شعاع‌ها نیز برای رصد وجود دارند. همین‌طور که ماه *اهله‌ی*[۶] ماهانه‌ی خود را طی می‌کند، نمایش نور و سایه بر سطح آن مدام تغییر می‌کند؛ نه‌تنها ساعت به ساعت بلکه دقیقه به دقیقه! بسیاری از رصدگران بر این باورند که وقتی یکی از فازهای اهله‌ی ماه، مانند تربیع اول (یا ماه نیمه‌روشن)، هر ماه تکرار می‌شود عوارض رصدی سطح آن عیناً مشابه هم‌اند. اما، به لطف ظرافت دینامیک مداری، ماه تا هفت سال ظاهر یکسانی از خود نشان نمی‌دهد! به استثنای شعاع‌های درخشان ماه، که هنگام ماه کامل بهترین دید را دارند، بهترین زمان رصد دیگر عوارض سطحی ماه زمانی است که آن عارضه نزدیک *سایه‌مرز*[۷] –مرز میان روز و شب بر سطح ماه– قرار داشته باشد. در اینجا نور خورشید با زاویه‌ی بسیار پایین و مایلی به عوارض می‌تابد که سایه‌هایی بلند و زیبا روی سطح می‌اندازد و برجستگی‌های عمودی را با اغراق نمایش می‌دهد. نمای ماه در زمان تربیع اول یا آخر (شب هفتم و بیست‌ویکم ماه قمری) از همیشه جذاب‌تر است.

۱- solar eclipse
۲- totality
۳- corona
۴- diamond ring
۵- maria
۶- phases
۷- terminator



شکل ۹-۵
ماه در حالتی نزدیک به تربیع اول (قرص نیمه) که با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتریک ۱۱ اینچی تصویربرداری شده است. چند روز پیش از تربیع اول و پس از تربیع آخر بهترین زمان برای رصد عوارض سطحی ماه مانند دهانه‌های برخوردی، کوه‌ها، و دره‌هاست. در آن زمان نور خورشید با زاویه‌ای ملایم می‌تابد و سایه‌هایی بلند و زیبا می‌اندازد که خطوط برجسته‌ی افقی (به‌ویژه در امتداد سایه‌مرز یا همان خط جداکننده‌ی روز و شب روی ماه) را به‌صورتی اغراق‌آمیز نمایان می‌کند. دنیایی بیگانه اما خارق‌العاده در برابرتان است تا آن را با دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌هایی در همه‌ی اندازه‌ها بررسی کنید!

یکی از جذاب‌ترین - و بحث‌برانگیزترین- وجوه رصد ماه موضوع پدیده‌های *زودگذر ماه*[1] است. از زمان اختراع تلسکوپ، منجمان آماتور و حرفه‌ای از رصد درخش‌های آنی، تاریک‌شدگی، رنگی‌شدن و حتی نورهای متحرک بر سطح ماه گزارش‌هایی ارایه کرده‌اند! این رصدها به همه‌چیز، از تصورات بیش‌فعال رصدگران تا بازتاب‌های جوّی، تخلیه‌ی گازهای آب‌های زیرزمینی، فعالیت‌های آتش‌فشانی، و برخورد شهاب‌سنگ‌ها نسبت داده شده‌اند. مثالی نمونه (که خودم شاهدش بودم)، در دهانه‌ی برخوردی افلاطون، ناپدید شدن آهسته‌ی دهانه‌های کوچک درون آن از یک سوی بستر تاریکش به آن سو و سپس دوباره ظاهر شدن آهسته‌ی آن‌ها به ترتیب برعکس بود که همه طی فقط چند ساعت رخ داد. منطقه‌ی ظاهراً فعال دیگر دهانه‌ی برخوردی آریستارخوس است که برخی گاهی تابش‌های سرخ‌رنگ در آن دیده‌اند؛ از سِر ویلیام هرشل تا فضانوردان آپولو در حال گردش به دور ماه. نکته در اینجا «هشیاری» حین رصد ماه است!

۱- transient lunar phenomena (TLPs)

قمر ما حین حرکت رو به شرق خود در آسمان در مدارش (تقریباً به اندازهٔ یک قطر خودش در هر ساعت) هر از چند گاهی از جلو سیارات، سیارک‌ها، ستاره‌ها، و اجرام ژرف‌آسمان متعدد، مانند خوشه‌های ستاره‌ای، عبور می‌کند و موجب *اختفا*[۱] می‌شود. ناپدید و باز پدیدار شدن این اجرام پشت ماه منظره‌ای چشمگیر است؛ به‌ویژه سیارات که مثلاً می‌توان بلعیده شدن حلقه‌های زحل یا قمرهای مشتری پشت کُره‌ی غول‌پیکر ماه را نیز رصد کرد. و ستاره‌ها ناگهان خاموش و پس از مدتی باز روشن می‌شوند، انگار کلید برق آن‌ها در دست کسی است. (برای ستاره‌های دوتایی نزدیک، این اتفاق مرحله‌به‌مرحله می‌افتد، چنان‌که نخست ستاره‌ی اول مخفی می‌شود و بعد ستاره‌ی دوم.) یکی از شگفت‌انگیزترین نماها در اینجا عبور ماه از مقابل خوشه‌ای ستاره‌ای، مانند خوشه‌ی پروین یا قلائص، است. در این هنگام، نه‌تنها می‌توانید حرکت آهسته و سنگین ماه در آسمان را حس کنید (به‌ویژه وقتی بخش تاریک آن هم با نور *زمین‌تاب*[۲] به‌طور خفیفی روشن می‌شود) بلکه همچنین به‌شکلی سه‌بُعدی کروی بودن و در فضا شناور بودن آن را در پیش ستاره‌های دوردست زمینه بهتر درک می‌کنید!

زمان‌سنجی دقیق اختفا اطلاعات ارزشمندی درباره‌ی شکل لبه‌ی ماه، موقعیت و حرکات مداری ماه، و در مورد سیارک‌ها اندازه و شکل آن‌ها به ما می‌دهد. از همه شگفت‌انگیزتر *اختفای خراشان*[۳] است که در آن اجرام در پسِ کوه‌ها و دره‌های لبه‌ی ماه پنهان و سپس آشکار می‌شوند. اتفاق جالب دیگر «جنبیدن» یا «تکان» آهسته‌ی ماه در راستای عرض و طول جغرافیایی است که آن را به نام رُخگرد[۴] (یا لیبراسیون) می‌شناسیم (که به ما اجازه می‌دهد کمی هم از پشت ماه یا درواقع ۵۹ درصد از کلّ کُره‌ی ماه را ببینیم). درنتیجه، عوارض لبه‌ی ماه دائم ظاهرشان را برای ما تغییر می‌دهند. یکی از مراکز معتبری که رصدها و تحلیل‌های اختفاهای ماه را گردآوری می‌کند انجمن جهانی زمان‌سنجی اختفا[۵] در ایالات متحده است. از طریق این نشانی اینترنتی می‌توانید با این انجمن ارتباط برقرار کنید: www.occultations.org. یکی دیگر از مراکز معتبر که همه‌جور رصد ماه (و نیز سیارات و دیگر اجرام منظومه‌ی شمسی) را از آماتورها گردآوری می‌کند انجمن نجوم انگلستان[۶] و انجمن رصدگران ماه و سیارات[۷] در ایالات متحده است. آن‌ها را هم در این نشانی‌ها می‌توانید بیابید: www.britastro.org و www.lpl.arizona.edu/alpo.

دو موضوع دیگر در رصد ماه، که ارزش اشاره دارند، بیشتر ارزش زیبایی‌شناسی دارند تا علمی. یکی از آن‌ها خسوف یا *ماه‌گرفتگی*[۸] است که طی آن ماه از میان سایه‌ی مخروطی‌شکل زمین عبور می‌کند و به رنگ‌های صورتی، مسی، نارنجی، گل‌بِهی یا حتی قرمز خونی درمی‌آید که این

۱- occultation
۲- earthshine
۳- grazing occultation
۴- liberation
۵- International Occultation Timing Association (IOTA)
۶- British Astronomical Association (BAA)
۷- Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO)
۸- lunar eclipse

رنگ‌ها حاصل نوع نوری است که از ابرهای جوّ زمین به درون سایه و به سوی ماه بازتاب می‌شود. در اینجا هم، حرکت پیوسته و آهسته‌ی ماه به سوی شرق در میان سایه به‌وضوح آشکار است؛ حتی با دوربین دوچشمی. همچنین به این نکته توجه کنید که سایه‌ی زمین که روی ماه افتاده طی همه‌ی مراحل خسوف انحنا دارد و این مدرکی قاطع از گِرد بودن سیاره‌ی ماست (که حتی مردمان باستان هم می‌دانستند)!

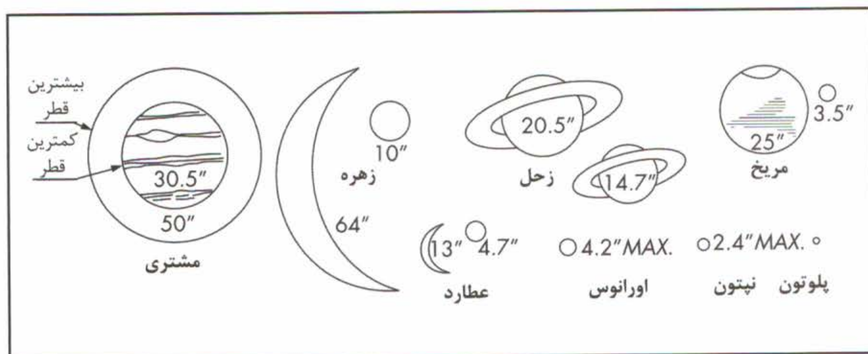
موضوع دیگر *مقارنه*[۱] است؛ یا نزدیک شدن به ستاره‌های درخشان یا سیارات چشمگیری مانند مشتری یا زهره. منظره‌ی نمونه‌ی این رویداد هلال دوست‌داشتنی ماه بر فراز افق غربی در شفق (یا در فراز افق شرقی در فلق) است که، درحالی‌که بخش تاریک آن را زمین‌تاب روشن کرده است، یک یا دو سیاره‌ی درخشان یا ستاره‌ای پُرفروغ نیز آن را همراهی می‌کنند. چنین اجتماعاتی بسیار چشمگیرند، به‌ویژه اگر با دوربین دوچشمی یا تلسکوپ‌های میدان دید باز (RFTs) تماشا شوند. بعضی مواقع، می‌توان ماه و سیاره یا ستاره‌ی کنارش را با هم در میدان دید تلسکوپی استاندارد جای داد که تضادّی جذاب بین اجرام گوناگون آسمانی را به نمایش خواهد گذاشت.

لذتی بالاتر از این نیست که با تلسکوپی کوچک و به کمک نقشه‌ی راهنمای ماه به گشت‌وگذار شبانه در میان عوارض سطح ماه بپردازید. نماهایی با زاویه‌ی باز و بزرگنمایی کم قمر زیبای ما را معلق در فضا نمایش می‌دهند، درحالی‌که نماهایی با بزرگنمایی بالا این حس را به شما می‌دهد که انگار در مداری به دور ماه شناورید! اگر شرایط دید خوب باشد استفاده از بزرگنمایی‌های بالا برای رصد ماه مناسب است. با تقسیم فاصله‌ی ماه بر بزرگنمایی استفاده‌شده درمی‌یابید که ماه در چشمی در چه فاصله‌ای دیده می‌شود. پس، بزرگنمایی ۲۴۰ برابر در فاصله‌ی متوسط ماه، آن را به‌ظاهر به فاصله‌ی ۱۶۰۰ کیلومتری از ما می‌آورد. جزئیاتی که با تلسکوپی ۶ اینچی (از هر نوع) روی ماه دیده می‌شود در این بزرگنمایی خیره‌کننده است! نقشه‌های راهنمای بسیاری از ماه وجود دارند که در این نوع رصدها شما را کمک می‌کنند. توجه کنید که اگر با تلسکوپ شکستی، بازتابی مدل کاسگرین، یا کاتادیوپتریک از چُپُقی استفاده می‌کنید (که معمولاً نیز چنین است) مقایسه‌ی نقشه‌ی سنتی وارونه‌ی ماه با ماه واقعی تقریباً غیرممکن است زیرا چپقی تصویر وارونه‌ی آینه‌ای ایجاد می‌کند. برخی ناشران نقشه‌هایی ارایه می‌کنند که این مشکل را برطرف می‌کند. از دیگر منابع عالی برای رصد ماه می‌توان به *اطلس ماه*[۲] کار آنتونین روکل[۳] و نیز *ماهِ نوین: نمایی شخصی*[۴] اثر چارلز وود[۵] اشاره کرد. نفر دوم همچنین ابداع‌کننده‌ی نقشه‌ی محبوب ۱۰۰ *برگه از ماه*[۶] است که در یک سو بهترین عوارض رصدی ماه را به ترتیب مشکل بودن در رصد فهرست کرده و در سوی دیگر نقشه‌ای کامل از ماه را ارایه کرده است. هر سه این منابع رصدی را انتشارات Sky Publishing در سال ۲۰۰۴ منتشر کرده است.

۱- conjunction
۲- *Atlas of the moon*
۳- Antonin Rukl
۴- *The Modern Moon: A Personal View*
۵- Charles Wood
۶- *Lunar 100 Card*

سیارات

با سیاره‌ی گریزپا، *عطارد*[1]، آغاز می‌کنیم که از همه به خورشید نزدیک‌تر است. این گوی کوچک نیز، مانند ماه، اهله دارد و هرگز در بهترین موقعیت رصد هم قطرش از ۱۷ ثانیه‌ی قوس بزرگ‌تر نمی‌شود. این حالت در زمان بیشترین *کشیدگی*[2] شرقی (در آسمان شام‌گاهی) یا غربی (در آسمان صبح‌گاهی) آن نسبت به خورشید رخ می‌دهد که در آن زمان‌ها نیمی از قرصش نور خورده است. تلسکوپی ۳ اینچی در بزرگنمایی ۱۰۰ برابر اهله‌ی عطارد و قرص کوچک صورتی‌رنگ آن را نشان می‌دهد، درحالی‌که بزرگنمایی ۲۰۰ برابر در تلسکوپی ۶ اینچی یا بزرگ‌تر نشانه‌هایی از عوارض ظریف سطحی را نشان می‌دهد. متأسفانه عطارد هیچ‌گاه زیاد از خورشید دور نمی‌شود و بنابراین همواره کمی از افق فاصله دارد و به این ترتیب تصویرش اغلب به‌سبب آشفتگی‌های جوّی و مِه در آن ناحیه از آسمان بی‌کیفیت است. به همین سبب، بسیاری از رصدگران آن را در طی روز رصد می‌کنند که ارتفاع بیشتری در آسمان دارد. اما یافتن آن بدون کمک دایره‌های دقیق تنظیم مختصات بسیار مشکل است، به‌ویژه که خورشید هم بسیار به آن نزدیک و البته حضورش خطرناک است. تلسکوپ‌های مجهز به سیستم‌های گوتو یا جی‌پی‌اِس، که از شب پیش با ستاره‌ها هم‌خط شده و حرکت داده نشده‌اند، باید بتوانند به‌راحتی و با ایمنی آن را به کمک پایگاه داده‌های خود پیدا کنند.



شکل ۹-۶

بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه‌های نسبی سیارات به واحد ثانیه‌ی قوس در مقیاسی واحد. توجه کنید که زهره در حالت هلالی بزرگ‌ترین اندازه‌ی ظاهری را دارد و به همین سبب هم در آن حالت درخشان‌تر از حالت قرص کامل است که ممکن است متوجه آن شده باشید! و همچنین پلوتون دوردست در تلسکوپ‌های آماتوری (و بیشتر تلسکوپ‌های رصدخانه‌ای) کاملاً حالت ستاره-مانند خود را حفظ می‌کند و فرقی هم ندارد که تلسکوپ چقدر بزرگ باشد.

۱- Mercury
۲- *elongation*

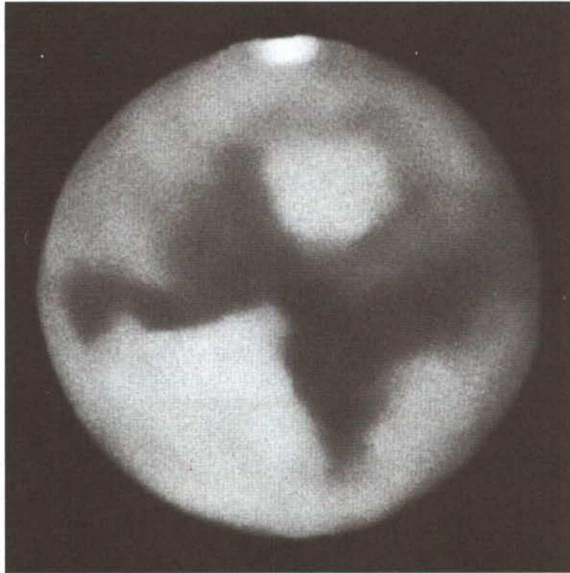
سیاره‌ی بعدی به ترتیب فاصله از خورشید *زهره*[۱]، یا «ستاره‌ی صبح‌گاهی و شام‌گاهی»، و درخشان‌ترین سیاره -و درواقع درخشان‌ترین جرم آسمانی بعد از خورشید و ماه- در آسمان است. آن هم، مانند عطارد، اهلّه دارد؛ از قرص کامل زمانی که نسبت به ما در آن سوی خورشید قرار دارد تا هلالی بزرگ زمانی که بین خورشید و زمین قرار می‌گیرد. در این زمان، کمترین فاصله‌اش از ما حدود ۴۰ میلیون کیلومتر -بسیار نزدیک‌تر از فاصله‌ای که مریخ یا هر سیاره‌ی دیگری از ما پیدا کرده است- می‌شود. در این هنگام قطر ظاهری هلال آن به ۶۰ ثانیه‌ی قوس می‌رسد و با دوربین‌های دوچشمی ۵۰×۱۰ هم دیده می‌شود. گسترش جوّی نوک‌های هلال به درون بخش تاریک قرص سیاره را نیز گاهی اوقات در این زمان می‌توان دید. قطر ظاهری زهره در زمان بیشترین کشیدگی‌های غربی یا شرقی خود نسبت به خورشید حدود ۲۴ ثانیه‌ی قوس است.

هرچند روی زهره را پوششی ضخیم از ابرها فراگرفته، گاهی اوقات با تلسکوپی به کوچکی ۴ اینچ هم می‌توان سایه‌روشن‌های ظریف (ازجمله سامانه‌ی پرّه‌پرّه‌ی زودگذر جوّی که گاهی پدیدار می‌شود) یا *بی‌نظمی‌های سایه‌مرز*[۲] را روی آن تشخیص داد. از همه جالب‌تر نور *خاکستری*[۳] و *نابهنجاری اهله*[۴] است. اولی روشن‌شدگی ظاهری و گاه‌به‌گاه بخش تاریک در زمانی است که زهره در فاز هلالی است که به فعالیت‌های شدید نورهای قطبی نسبت داده می‌شود. دومی این حقیقت عجیب است که وقتی زهره به فاز نیم‌قرص خود (تربیع) می‌رسد خط سایه‌مرز از زمین، آن‌طور که باید، صاف و مستقیم به نظر نمی‌رسد. در عوض، این اتفاق در کشیدگی‌های شرقی چند هفته زودتر از زمان پیش‌بینی‌شده و در کشیدگی‌های غربی چند هفته دیرتر از زمان پیش‌بینی‌شده رخ می‌دهد. علت اصلی این پدیده، که گاه به نام کاشفش اثر شروتِر[۵] نامیده می‌شود، هنوز مشخص نیست. بهترین زمان رصد این سیاره نیز، مانند عطارد، در روشنایی روز است؛ زمانی که نه‌تنها سیاره ارتفاع بیشتری در آسمان دارد بلکه رنگ زمینه‌ی آسمان نیز موجب کاهش اثر نور خیره‌کننده‌ی آن نسبت به شب می‌شود. روش مفید دیگر برای رصد زهره این است که در نور گرگ‌ومیش صبح یا شب آن را ببینید زیرا در آن هنگام هم تضادّ نوری با بخش روشن آسمان موجب کاهش نور خیره‌کننده‌ی آن و نیز بهبود کیفیت تصویر می‌شود.

اگر به دور شدن از خورشید ادامه دهیم به *مریخ*[۶] یا «سیاره‌ی سرخ» مشهور اسطوره‌ها، داستان‌های علمی‌تخیلی، و علم می‌رسیم که زمانی تصور می‌شد جایگاه حیات هوشمند فرازمینی است. مریخ در زمان *مقابله*[۷]، که هر ۲۶ ماه رخ می‌دهد، تا فاصله‌ی ۵۵ میلیون کیلومتری ما و قطر ظاهری آن به ۲۵ ثانیه‌ی قوس می‌رسد. در این زمان، بزرگنمایی ۷۵ برابر آن را درون چشمی تلسکوپ به بزرگی ماه برای چشم برهنه تبدیل می‌کند! (توجه کنید که این موضوع با شایعه‌ای

۱- Venus
۲- terminator irregularities
۳- ashen light
۴- phase anomaly
۵- Schroter effect
۶- Mars
۷- opposition

که هر چند سال یک بار مریخ به بزرگی قرص ماه در آسمان دیده می‌شود کاملاً تفاوت دارد!) در زمان‌هایی به‌جز مقابله دیدن این سیاره چندان لطفی ندارد، چراکه اندازه‌اش تا ۱۰ ثانیه‌ی قوس هم کاهش می‌یابد. اما وقتی به نزدیک‌ترین فاصله‌اش از زمین می‌رسد عوارض جالب بسیاری را می‌توان روی آن دید؛ مخصوصاً با تلسکوپ ۸ اینچی یا بزرگ‌تر.



شکل ۹-۷

طراحی نمایی از مریخ آن‌طور که از درون تلسکوپ‌های آماتوری بزرگ با بزرگنمایی بالا در زمان نزدیک‌ترین فاصله‌اش با زمین دیده می‌شود که هر ۲۶ ماه یک‌بار طی مقابله رخ می‌دهد. آنچه در این تصویر می‌بینید عوارض سطحی تیره، بیابان‌های روشن، و یکی از کلاهک‌های سفید قطبی آن است. همچنین به عوارض رگه‌رگه‌ی خطی توجه کنید -همان «کانال‌های» معروف که پرسیوال لاوِل و دیگر رصدگران از گذشته تا به امروز گزارش کرده‌اند. از درون تلسکوپی با تصویر برگردان جنوب بالاست.

از جمله‌ی این عوارض می‌توان به این‌ها اشاره کرد: *کلاهک‌های یخی قطبی*[1] سفید، نوار *تیره‌ی ذوب‌شدگی*[2] در اطراف هرکدام وقتی که با رسیدن تابستان به‌تدریج ذوب می‌شوند به همراه «*موج تاریک‌شدگی*[3]» به سوی استوا، *بیابان‌های نارنجی*[4] گسترده، *علائم تیره‌ی*[5] عظیم (که از خاکستری

۱- polar ice caps
۲- dark melt band
۳- wave of darkening
۴- orange deserts
۵- dark markings



شکل۹-۸

تصویری از مریخ از درون تلسکوپ ۱۱ اینچی اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتریک. عوارض سطحی این تصویر را با طرح صفحه‌ی قبل مقایسه کنید (در اینجا سیاره کمی به سمت راست چرخیده است). عکس از دنیس دی. چیکو



شکل۹-۹

سیاره‌ی پویای مشتری در این تصویر از پشت تلسکوپ بازتابی نیوتنی ۸ اینچی بدون قمرهایش ثبت شده، اما دو کمربند استوایی اصلی آن به‌خوبی دیده می‌شوند. این یکی از آن موقعیت‌های نادر بوده که هیچ‌کدام از قمرهایش دیده نمی‌شدند -هر چهار قمر گالیله‌ای یا در سایه‌ی مشتری (گرفت)، یا گذر از روی قرص مشتری یا در اختفا بوده‌اند. چرخش سریع این سیاره به دور خودش (در کمتر از ۱۰ ساعت) فقط طی چند دقیقه رصد دقیق مشخص می‌شود. همین چرخش سریع موجب پَخ شدن بسیار زیاد مشتری در قطب‌ها شده است. کلاً در رصد همه‌ی سیارات جزئیات بیشتری دیده می‌شود تا در عکس‌برداری و فیلم‌برداری از آن‌ها. (هرچند، با روش‌های تصویربرداری پُرسرعت الکترونیکی امروزی می‌توان آنچه را چشم می‌بیند ثبت کرد.) عکس از استیو پیترز

در زمستان به سبز مایل به آبی در تابستان تغییر می‌کند اما، آن‌طور که پیش‌تر تصور می‌شد، گیاه نیست)، *طوفان‌های غبار*[۱] عظیم زردرنگ که گاه‌به‌گاه بیشتر سطح سیاره را می‌پوشانند، ابرهای سفید مایل به آبی، «*کانال‌های*[۲]» رگه‌دار، و چرخش سیاره در هر ۲۴٫۵ ساعت.

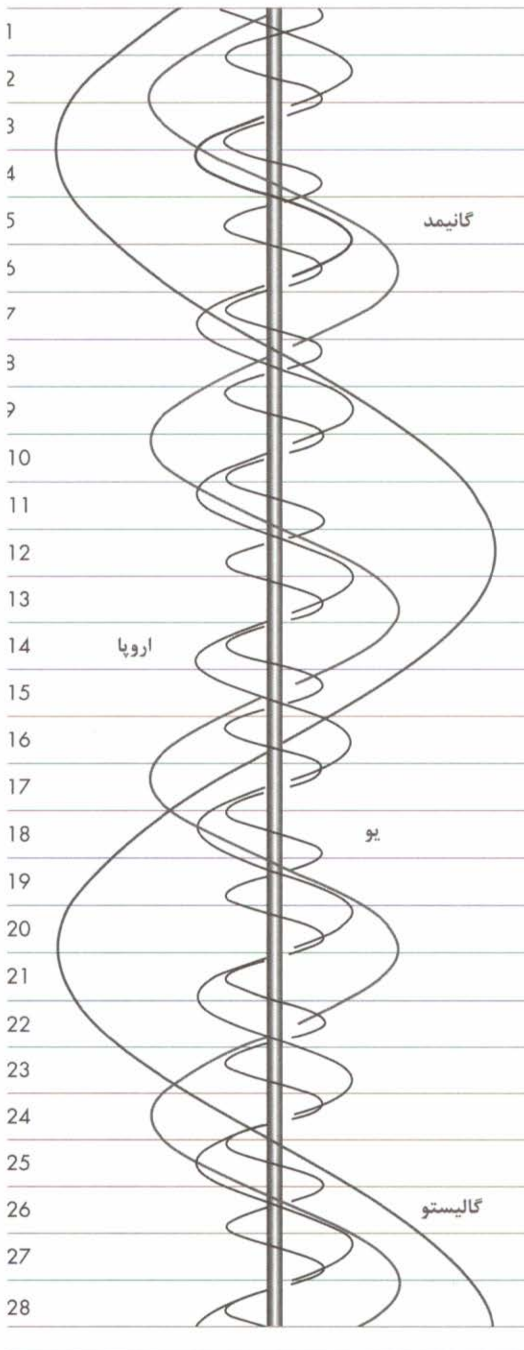
یکی از عوارض جذاب سطح مریخ درخشش‌های گاه‌به‌گاه نور است که در زمان مقابله دیده می‌شوند و امروز بر این باوریم که احتمالاً حاصل بازتاب نور خورشید از یخ‌های سطحی است. هرچند، این توضیح علت ظهور درخشش‌ها را در لبه‌ی سیاره شرح نمی‌دهد. عارضه‌ی عجیب دیگر اثر *شفافیت آبی*[۳] است که وقتی با فیلتر آبی به جوّ معمولاً کدِر مریخ نگاه می‌کنید، شفاف می‌شود و می‌توانید عوارض سطحی زیرش را ببینید.

مریخ دو قمر مشهور اما بسیار کوچک دارد: *فوبوس*[۴] و دیموس[۵]. برای دیدن آن‌ها، که از قدر ۱۱ می‌درخشند و بسیار سریع به دور سیاره می‌گردند باید تلسکوپی ۱۰ اینچی یا بزرگ‌تر داشته باشید. همچنین، به‌سبب نور خیره‌کننده‌ی مریخ، باید دید و شفافیت آسمان نیز خوب باشد. (برخی از رصدگران، برای رصد قمرها، سیاره را پشت چیزی مخفی می‌کنند.)

«سیاره‌ی غول‌پیکر» *مشتری*[۶] پویاترین و جالب‌ترین جرم منظومه‌ی شمسی برای بیشتر رصدگران است. بهترین مقابله‌های خود، به فاصله‌ی ۵۸۴ میلیون کیلومتری از زمین و اندازه‌ی ظاهری قطر آن به ۵۰ ثانیه‌ی قوس می‌رسد و به این ترتیب قرص سیاره حتی با دوربین‌های ۷ یا ۱۰ برابر نیز دیده می‌شود. از میان عوارض سطحی که می‌توان با تلسکوپی ۳ اینچی با بزرگنمایی ۷۵ تا ۱۰۰ برابر روی مشتری رصد کرد می‌توانیم به این‌ها اشاره کنیم: *پخ‌شدگی قطب‌ها*[۷] یا شکل به‌شدت بیضی‌گون سیاره (به‌سبب چرخش سریع ۱۰ ساعته‌ی آن به دور خودش که در زمان گذر عوارض سطحی از نصف‌النهار مرکزی سیاره در چشمی آشکار می‌شود)، کمربندهای رنگین تیره یا *نوارها*[۸] و *منطقه‌های*[۹] روشن، اثر *تاریک‌شدگی لبه و قطب‌ها*[۱۰]، *نوارهای*[۱۱] مارمانند و *بیضی‌های*[۱۲] سلول‌شکل، و *لکه‌ی سرخ بزرگ*[۱۳] مشتری، و پدیده‌های هیجان‌انگیز مربوط به چهار قمر *گالیله‌ای*[۱۴] بزرگ آن؛ گانیمد، کالیستو، اروپا، و یو[۱۵].

این قمرهای جواهرمانند در دوربین دوچشمی، که ثابت و بی‌لرزش نگاه داشته شده باشد، دیده می‌شوند (حتی برخی گزارش‌ها از رصد آن‌ها با چشم برهنه وجود دارند!) و می‌توان تغییر موقعیت شب‌به‌شب آن‌ها را در اطراف سیاره دید. حتی در تلسکوپی ۴ اینچی با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر در شب‌هایی با دید پایدار می‌بینید که این قمرها ظاهری ستاره‌مانند ندارند و قرص کوچک آن‌ها پیداست (و با تلسکوپی بزرگ‌تر شاید بتوان عوارضی نیز بر سطح آن‌ها تشخیص داد). شاید جذاب‌ترین نما دیدن ناپدید و پدیدار شدن گرفتی قمرها در/از پس سایه‌ی عظیم مشتری در فضا

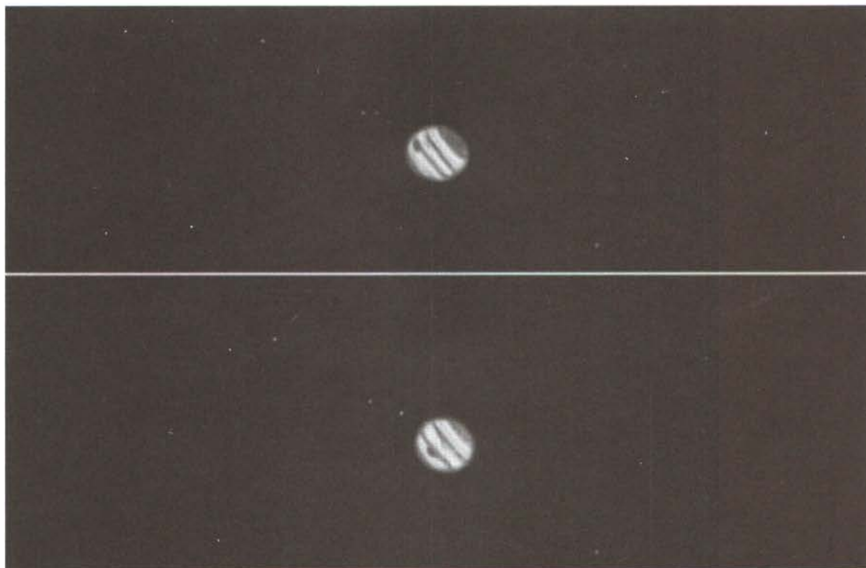
۱- dust storm
۲- "canals"
۳- blue clearing
۴- Phobos
۵- Deimos
۶- Jupiter
۷- polar flattening
۸- bands
۹- zones
۱۰- limb and polar darkening
۱۱- festoons
۱۲- ovals
۱۳- Great Red Spot
۱۴- Galilean satellite
۱۵- Ganymede, Callisto, Europa, Io



شکل ۹-۱۰

رقص رویایی چهار قمر گالیله‌ای مشتری به دور این سیاره طی چهار هفته. (خط کلفت مرکز نمودار که از بالا به پایین کشیده شده نشان‌دهنده‌ی خود سیاره‌ی مشتری است.) مکان همیشه-در-تغییر قمرها باعث شده رقص قمرهای مشتری از رقص قمرهای همه‌ی سیارات دیگر برای رصدگران دیدنی‌تر باشد. اگر بتوانید دوربین دوچشمی را ثابت نگاه دارید نمای جالبی است و از درون تلسکوپی کوچک بسیار نفس‌گیر است.

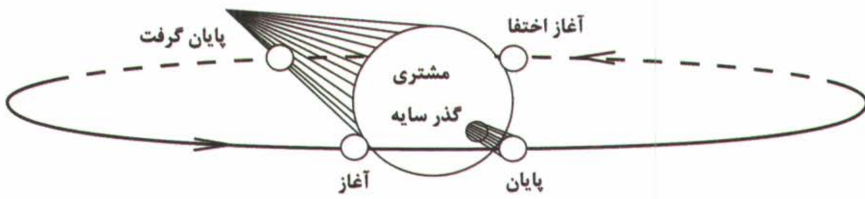
باشد که به‌سبب گردش قمرها به دور سیاره ایجاد می‌شود. یو، که درونی‌ترین قمر و سریع‌ترینِ آن‌هاست، فقط حدود یک دقیقه لازم دارد تا ناپدید شود و سپس یکی‌دو ساعت بعد دوباره پدیدار می‌شود. درحالی‌که دو قمر بیرونی‌تر و آهسته‌روتر ۵ دقیقه برای ناپدید شدن وقت لازم دارند. لذت رصد ناپدید و پدیدار شدن یکی از این قمرها درست در زمان پیش‌بینی‌شده وصف‌ناپذیر است! ناپدید و پدیدار شدن اختفایی قمرها نیز پدیده‌ای دیگر است که درواقع در/از پس خود قرص سیاره رخ می‌دهد. پدیده‌ی بعدی گذر یا عبور خود قمرها یا سایه‌ی سیاه‌رنگ آن‌ها از جلو قرص مشتری است. و نیز هر شش سال یک‌بار که زمین در مدارش از صفحه‌ی مداری مشتری می‌گذرد خود قمرها ممکن است از جلو یکدیگر عبور کنند و موجب گرفت هم شوند که به آن *پدیده‌های متقابل قمرها*[۱] می‌گویند. زمان و تاریخ همه‌ی این پدیده‌ها را می‌توانید در مجلات و سایت‌های معتبر نجومی پیدا کنید. (خوب است بدانید با این‌که امروز می‌دانیم مشتری بیش از ۶۰ قمر دارد، بـه‌جز گـالیله‌ای‌ها هیچ‌کدام از آن‌ها را نمی‌توانیم با تلسکوپ‌های آماتوری ببینیم.)



شکل ۹-۱۱

دو طرح از مشتری و چهار قمرش از درون تلسکوپ ۶ اینچی بازتابی. تغییر مکان قمرها نسبت به یکدیگر و نسبت به سیاره را طی بازه‌ای سه ساعته می‌بینید. وقتی یکی از قمرهای درونی‌تر (که از همه سریع‌تر حرکت می‌کنند) نزدیک لبه‌ی قرص مشتری باشد یا وارد سایه‌ی سیاره شود می‌توانید در طی چند دقیقه دوره‌ی تناوب مداری آن را به دست آورید!

۱- mutual satellite phenomena



شکل ۹-۱۲
این نمودار نشان‌دهنده‌ی وجوه مختلف گرفت‌ها، اختفاها، و گذرهای چهار قمر درخشان مشتری و نیر گذر سایه‌های آن‌ها از فراز ابرهای مشتری است. این رویدادهای جالب در این منظومه‌ی کوچک باعث جذاب‌تر شدن این سیاره‌ی غول‌پیکر برای رصدگران شده است.

از نظر بیشتر مردم (چه رصدگر و چه غیره) «سیاره‌ی حلقه‌دار» *زحل*[1] بی‌شک زیباترین و اثیری‌ترین شگفتی آسمان است. این جرم شگفت‌آور در زمان مقابله به فاصله‌ی حدود ۱۲۰۰ میلیون کیلومتری از زمین می‌رسد و اندازه‌ی ظاهری آن از یک انتهای حلقه‌ها تا انتهای دیگر به ۵۰ ثانیه‌ی قوس (حدود اندازه‌ی قرص مشتری در مقابله) می‌رسد، درحالی‌که اندازه‌ی ظاهری قرص زحل در این زمان حدود ۲۰ ثانیه‌ی قوس است. فقط با بزرگنمایی ۲۵ برابر بر تلسکوپی ۲ اینچی می‌توان قرص سیاره و حلقه‌ها را دید که مانند قطعه‌جواهری نفیس در آسمان می‌درخشد. در همین حال، دیدن همین صحنه با تلسکوپی ۱۲ تا ۱۴ اینچی با بزرگنمایی ۲۰۰ برابر یا بیشتر نفس شما را بند خواهد آورد! (این سیاره با دوربین دوچشمی ۵۰×۱۰ یا بزرگ‌تر تخم‌مرغ‌شکل دیده می‌شود.) این حلقه‌های زیبا از میلیاردها قطعه‌ی یخ و سنگ تشکیل شده که به دور زحل در گردش‌اند. درواقع تعداد حلقه‌ها بسیار زیاد است که واضح‌ترینِ آن‌ها حلقه‌ی وسیع میانی B است که با *شکاف کاسینی*[2] از حلقه‌ی باریک خارجی‌تر A جدا می‌شود. همچنین حلقه‌ی تاریک درونی‌تر C نیز وجود دارد که در جایی که مقابل قرص سیاره قرار می‌گیرد آشکارتر می‌شود. حلقه‌ها سایه‌شان را روی ابرهای فراز قرص سیاره می‌اندازند و سیاره نیز سایه‌اش را بر حلقه‌های پشت سرش می‌اندازد. دیگر پدیده‌هایی که باید اشاره کنیم عبارت‌اند از، تاریک‌شدگی لبه و قطب‌ها، و پخ‌شدگی آشکار قطب‌ها به‌سبب چرخش سریع سیاره که در استوا فقط ۱۰ ساعت است. لکه‌های سفید گذرا گه‌گاه در جوّ این سیاره دیده می‌شوند. در شرایط نادر اختفای ستاره‌ها پشت حلقه‌ها و قرص سیاره رصد شده است. تا زمان نوشتن این کتاب بیش از ۵۰ قمر برای زحل کشف شده که دست‌کم ۴ یا ۵تای آن‌ها را می‌توان با تلسکوپی ۶ اینچی دید. تیتان[3]، بزرگ‌ترین قمر زحل، را می‌توان با دوربین دوچشمی دید. تمایل حلقه‌های زحل نسبت به امتداد دید ما از سالی به سال دیگر به‌طرز قابل‌توجهی تغییر می‌کند. هر ۱۵ سال، زمین از میان صفحه‌ی گردش حلقه‌های زحل عبور می‌کند و به این ترتیب حلقه‌ها از دید ما

۱- Saturn
۲- Cassini Division
۳- Titan

در تلسکوپ‌های آماتوری چند هفته و در ابزارهای بزرگ حرفه‌ای، ازجمله تلسکوپ فضایی هابل، چند ساعت پنهان می‌شوند. آخرین بار این رویداد در آخرین هفته‌های تابستان گذشته (۲۰۰۹/۱۳۸۸) رخ داد. حدود یک سال پیش و پس از این رویداد به نظر می‌رسد که قمرها را «با حلقه‌ها به نخ کشیده‌اند» زیرا حلقه‌ها به باریکی نخ دیده می‌شوند! همچنین در حوالی همین زمان‌هاست که برای قمرهای زحل نیز پدیده‌هایی مشابه قمرهای مشتری، که در بالا بحث کردیم، اتفاق می‌افتد.

اورانوس[۱] نخستین سیاره‌ی اصلی بود که با تلسکوپ کشف شد (در سال ۱۷۸۱، سِر ویلیام هرشل

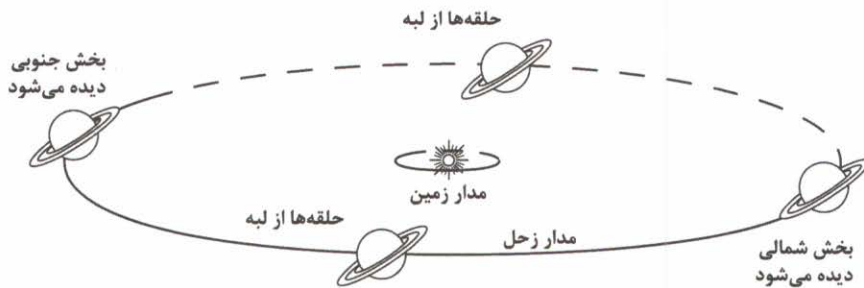


شکل ۹-۱۳

سیاره‌ی جذاب زحل با حلقه‌های یخی دیدنی‌اش که با تلسکوپ ۱۱ اینچی کاتادیوپتریک اشمیت-کاسگرین تصویربرداری شده است. حتی در تلسکوپی کوچک با بزرگنمایی کم این سیاره مانند قطعه‌جواهر کیهانی نفیسی به نظر می‌رسد. با افزایش دهانه‌ی تلسکوپ و توان بزرگنمایی جذابیت‌های این سیاره بیشتر هم می‌شود! در اینجا حلقه‌ها نسبتاً باز و با فاصله از سیاره به نظر می‌رسند. به شکاف باریک و تیره‌ی کاسینی در حلقه‌ها توجه کنید، همچنین به سایه‌ی سیاره بر حلقه‌ها درست پشت قرص سیاره سمت چپ. عکس از استیو پیترز

با استفاده از تلسکوپ بازتابی دست‌ساز ۶/۲ اینچی آینه‌فلزی خود آن را کشف کرد). در زمان مقابله، که به قدر ۵/۵ می‌رسد، درست در مرز توان دید چشم برهنه قرار می‌گیرد. به این ترتیب به‌سادگی می‌توانید با دوربین دوچشمی آن را ببینید و مسیر حرکت آهسته‌اش را در میان ستاره‌ها دنبال کنید. قرص سبزآبی کوچک (به قطر ظاهری فقط ۴ ثانیه‌ی قوس) آن در تلسکوپی ۴ تا ۵ اینچی با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر

۱- Uranus



شکل ۹-۱۴
تغییر زاویه‌ی حلقه‌های زحل از دید ناظر زمینی حاصل تمایل ۲۷ درجه‌ای محور آن است. حلقه‌های زحل آخرین بار در اوایل پاییز ۲۰۰۹/۱۳۸۸ به‌صورت کاملاً از لبه دیده و چند روزی حتی به‌کلّ از نظرها محو شد و به نظر می‌رسید که سیاره اصلاً حلقه ندارد (البته در تلسکوپ‌های بزرگ دیده می‌شد) و بعد به‌تدریج شروع به نمایان شدن کرد.

در شبی پایدار به‌خوبی دیده می‌شود. اما متأسفانه این قرص در تلسکوپ‌های آماتوری صاف و یکدست است و هیچ عارضه‌ی سطحی روی آن دیده نمی‌شود. همراهان اورانوس ۲۱ قمر ریز و درشت‌اند (ازجمله دو بزرگ‌ترین قمرهایش تیتانیا[۱] و اُبِرون[۲]) که برای دیدن آن‌ها باید تلسکوپ‌های بزرگ‌تری داشته باشید. البته گزارش‌هایی از رصد درخشان‌ترین قمرهای اورانوس با تلسکوپی ۸ اینچی نیز وجود دارد. مجموعه حلقه‌های باریک و کم‌فروغ اورانوس را فقط در تصاویر فضاپیماها می‌توان دید.

نپتون[۳]، از قدر ۸ ، در دوربین‌های دوچشمی همچون جرمی ستاره‌مانند دیده می‌شود، درحالی‌که تلسکوپ‌های ۵ اینچی به بالا با بزرگنمایی ۱۵۰ برابر قرص کوچک آبی‌رنگش را به قطر ظاهری فقط ۲/۴ ثانیه‌ی قوس نمایان می‌کنند. بزرگ‌ترین قمرش، تریتون[۴]، را می‌توان با ابزارهای بزرگ آماتوری دید اما ۱۲ قمر دیگر و مجموعه حلقه‌های کم‌نورش فراتر از توان دید ابزارهای آماتوری است.

دورترین سیاره، که چند سالی است سیاره‌ی کوتوله محسوب می‌شود و نه سیاره‌ی اصلی، *پلوتون*[۵]، هرگز به قدر درخشان‌تر از ۱۴/۵ نمی‌رسد و کلاً برای دیدن آن به تلسکوپی بالاتر از ۱۰ اینچ، شبی بسیار تاریک، و نقشه‌ای دقیق از موقعیت آن در میان زمینه‌ی پُرستاره نیاز است. بزرگ‌ترین قمرش، کارن[۶]، فقط یک ثانیه‌ی قوس با آن فاصله‌ی ظاهری دارد و هرگز در هیچ تلسکوپی دیده نشده است. لذت واقعی در رصد سیارات خارجی، اورانوس و نپتون، و سیاره‌ی کوتوله‌ی پلوتون با تلسکوپ آماتوری این است که شما آن‌ها را از پس میلیاردها کیلومتر فاصله می‌بینید! (پلوتون و کارن از سال ۲۰۰۶ به همراه سیارک‌های سِرِس[۷] و اِریس[۸] در رده‌ی سیارات کوتوله قرار گرفتند.)

۱- Titania
۲- Oberon
۳- Neptune
۴- Triton
۵- Pluto
۶- Charon
۷- Ceres
۸- Iris



شکل ۹-۱۵
دنباله‌دار هیل-باپ که با دوربین ۵۰ میلی‌متری عکاسی شده است. در این عکس هم دُم گازی آبی‌رنگش دیده می‌شود و هم دم غباری صورتی-سفیدش به اضافه‌ی گیسو یا سر درخشان آن. این همان حالتی است که در بهار ۱۹۹۷/۱۳۷۶ با چشم برهنه و دوربین‌های دوچشمی دیده می‌شد. دُم‌های دنباله‌دارها همیشه در جهت مخالف حضور خورشید کشیده می‌شود (به‌سبب فشار تابش خورشید). بنابراین، وقتی دنباله‌دارها به سوی درون منظومه‌ی شمسی می‌آیند اول سرشان و بعد دُم‌شان می‌آید اما وقتی به دور خورشید بگردند و از خورشید دور شوند، دُم‌شان جلوتر از سرشان می‌رود.

دنباله‌دارها

حوزه‌ی دیگر در نجوم رصدی، که منجمان آماتور در گذشته کارهای قابل توجهی در آن انجام داده‌اند، جست‌وجو و ردیابی دنباله‌دارها[۱] با استفاده از همه‌ی ابزارهای رصدی، از چشم برهنه و دوربین‌های دوچشمی تا تلسکوپ‌های بزرگ آماتوری است. آنچه اینجا بیش از هر چیزی وسوسه‌کننده است این که دنباله‌داری را کشف کنید تا اسم‌تان روی آن ثبت شود و به شهرتی در دنیای نجوم برسید!

برخی از رصدگران مشهور مانند لِسلی پِلتیه، دیوید لِوی[۲]، و ویلیام برَدفورد[۳] تا به حال چندین دوجین دنباله‌دار کشف کرده‌اند، درحالی که بعضی‌ها فقط یکی کشف کرده‌اند که شاید همان یکی

۱- comet
۲- David Levy
۳- William Bradford

آنقدر شگفت‌انگیز بوده که نام کاشف برای همیشه در تاریخ نجوم ماندگار شده است. چنین کشف‌هایی عموماً حاصل بررسی و رصد هدفمند و رَوشمند آسمان با دوربین دوچشمی یا تلسکوپ‌های میدان دید باز است. البته گاهی نیز کشف کاملاً تصادفی دنباله‌دارها رخ می‌دهد. هرچند، امروز، تلسکوپ‌های پیشرفته‌ی حرفه‌ایِ میدان دید بازِ مخصوص جست‌وجو، که به «چشمان» سی‌سی‌دی مجهزند، (که برای جست‌وجوی آسمان به دنبال سیارک‌های نزدیک زمین طراحی شده‌اند –مطلب بعدی را ببینید) بیشتر این کشف‌ها را در کنار اهداف اصلی پروژه‌شان انجام می‌دهند. حتی در این‌صورت نیز، باور بر این است که بسیاری از دنباله‌دارها هنگام ورود به مناطق درونی منظومه‌ی شمسی گم می‌شوند و به این ترتیب فرصتی برای رصدگران آماتور هست تا آن‌ها را کشف کنند. اگر فکر می‌کنید دنباله‌داری کشف کرده‌اید، این کارها را انجام دهید:

نخست، با استفاده از یک نقشه‌ی آسمان پُرجزئیات (فصل ۱۱ را ببینید)، مکان دقیق جسم را به دنبال اجرام اعماق آسمان، که شبیه دنباله‌دارند، بررسی کنید. دوم، با استفاده از اطلاعات منابع معتبر اخترشناسی انگلیسی و فارسی در مجلات یا اینترنت اطمینان حاصل کنید که کشف شما دنباله‌داری تازه‌کشف‌شده یا دنباله‌داری بازگشته نباشد. سوم، دست‌کم ۱۵ تا ۳۰ دقیقه صبر کنید تا مطمئن شوید که دنباله‌دار واقعاً حرکت می‌کند –کاری که دنباله‌دارها باید انجام دهند! اگر جسم مشکوک شما این آزمون‌ها را طی کرد مکان دقیق آن روی نقشه، جهت حرکتش، و روشنایی ظاهری آن (ستاره‌های اطرافش را، که روشنایی مشخصی دارند، از فکوس خارج کنید تا ظاهری شبیه دنباله‌دار پیدا کنند و سپس مقایسه کنید) را مشخص کنید. سپس به‌سرعت کشف خود را به مرکز تلگرام‌های نجومی انجمن بین‌المللی نجوم در مرکز اخترفیزیک هاروارد–اسمیتسونی به این نشانی پستی گزارش کنید:

International Astronomical Union
Central Bureau for Astronomical Telegrams
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
Garden Street, Cambridge, Massachusetts 02138, USA 60

البته بیشتر کشف‌های دنباله‌دارها یا دیگر اجرام یا رویدادهای گذرا را امروزه با ارسال ای‌میل به نشانی الکترونیکی cbat@cfa.harvard.edu اعلام می‌کنند و نه تلگرام! (درضمن می‌توانید برای اطلاعات بیشتر درباره‌ی انجمن بین‌المللی نجوم به وب‌سایت این انجمن در نشانی www.iau.org سر بزنید.) یکی از کتاب‌های خوب مقدماتی برای شکارچیان آینده‌ی دنباله‌دار و نیز متنی مفید درباره‌ی همه‌ی جنبه‌های دنباله‌دارها (از جمله عکاسی، نورسنجی، طیف‌سنجی، و حتی محاسبات مداری آن‌ها با استفاده از کامپیوتر) کتاب *رصد دنباله‌دارها*[1] نوشته‌ی جِرالد نورت[2] و نیک جِیمز[3] (انتشارات Springer، ۲۰۰۳) است.

۱- *Observing Comets*
۲- Gerald North
۳- Nick James

سیارک‌ها

تخمین زده می‌شود که بیش از یک میلیون خُرده‌سیاره یا *سیارک*[۱] به قطر بیش از ۱/۵ کیلومتر بین مدار مریخ و مشتری به دور خورشید در گردش‌اند. سِرِس[۲] (که از سال ۲۰۰۶ در رده‌ی سیارات کوتوله قرار گرفت)، پالاس[۳]، جونو[۴]، و وِستا[۵] نخستین چهار سیارکی بودند که کشف شدند (که به‌کمک تلسکوپ انجام شد). از این میان فقط وستا به روشنایی کافی (قدر ۵/۵) می‌رسد تا با چشم برهنه دیده شود. اما صدها سیارک را می‌توان با دوربین دوچشمی و هزاران را با تلسکوپ‌های آماتوری دید. دنبال کردن حرکت کُند آن‌ها در زمینه‌ی آسمان پُرستاره همان جذابیتی است که رصدگر آماتور را به دنبال آن‌ها می‌کشاند. هرچند، بیشتر آن‌ها گِرد نیستند و روشنایی آن‌ها حین چرخش به دور خودشان تغییر می‌کند، بنابراین می‌توان با انجام تخمین‌های مداوم از قدرشان (یا اندازه‌گیری‌های الکترونیکی) به دوره‌ی تناوب حرکت چرخشی آن‌ها پی برد. و همان‌طور که پیش‌تر در بخش اختفا پشت ماه گفتم با ثبت دقیق زمان مخفی شدن سیارک پشت لبه‌ی ماه و دوباره ظاهر شدنش می‌توان تخمینی نیز از شکل آن به دست آورد. حتی برخی از آماتورها به طرح جست‌وجوی *سیارک‌های نزدیک زمین*[۶] خطرناک، که سیاره‌شناسان حرفه‌ای به راه انداخته‌اند، پیوسته‌اند. هزاران عدد از این سیارک‌ها شناسایی شده‌اند که در مسیرشان از مدار زمین عبور می‌کنند. از این میان چندین عدد نیز با فواصل کمی از بین ماه و زمین گذشته‌اند! مرکز گزارش رصدها یا کشف سیارک‌ها نیز مرکز *خرده‌سیاره‌های*[۷] انجمن بین‌المللی نجوم در مرکز اخترفیزیک هاروارد–اسمیتسونی است.

شهاب‌ها

شاید *شهاب‌ها*[۸] دسته‌ای از اجرام به نظر نرسند که باید با تلسکوپ یا دوربین دوچشمی آن‌ها را دید اما درواقع گاهی اوقات به‌صورت نوری ناگهانی در میدان دید این ابزارها دیده می‌شوند و موجب بروز هیجان و تعجب بسیار (مخصوصاً پُرنورترها!) در رصدگران می‌شوند. به‌طور معمول، بررسی شهاب‌ها با چشم برهنه بر شمارش تعداد شهاب‌ها در ساعت متمرکز است و به همین ترتیب شامل آن‌هایی نیز می‌شود که از درون ابزارهای اُپتیکی دیده می‌شوند. ثبت تعداد آن‌ها در محدوده‌ی زمانی خاص معمولاً برنامه‌ای عادی است که می‌توان در حین انجام دیگر رصدها نیز آن را انجام داد. اما

۱- asteroid
۲- Ceres
۳- Pallas
۴- Juno
۵- Vesta
۶- Near Earth Asteroids (NEAs)
۷- Minor Planets Center
۸- meteors

حین بارش‌های بزرگ شهاب، مانند برساوشی و جوزایی، ممکن است میدان دید چشمی پُر شود از خطوط درخشان کم‌فروغ –به‌ویژه در تلسکوپ‌هایی با گشودگی دهانه‌ی بالا و میدان دید باز، مانند بازتابی‌های دابسونی. بیشتر این شهاب‌ها در مرز دیده شدن یا نشدن قرار می‌گیرند اما گاهی هم ممکن است شهابی پُرنور از میدان دید چشمی تلسکوپ عبور کند. از متعجب و شگفت‌زده شدن حرف می‌زنم! دو سازمان اصلی برای گردآوری گزارش رصد شهاب‌ها از آماتورها وجود دارند. یکی انجمن شهاب آمریکا[۱] به نشانی اینترنتی www.amsmeteors.org و دیگری سازمان جهانی شهاب[۲] به نشانی اینترنتی www.imo.net است.

پیش از ادامه‌ی مطلب همین‌جا باید ذکر کنم که یکی از منابع اصلی و استاندارد برای همه‌ی آنچه گفتیم کتاب *نجوم رصدی برای آماتورها*[۳] نوشته‌ی ج.ب. سیجویک[۴] است. این کتاب به همراه مجلد همراهش، *راهنمای منجم آماتور*[۵]، راهنمایانی معتبر و فراگیر برای رصد اجرام منظومه‌ی شمسی (و ستاره‌ها) به‌ویژه برای رصدگران جدّی‌اند که، باوجود قدیمی شدن، همچنان بسیار ارزشمند باقی مانده‌اند. هر دو این کتاب‌ها را انتشارات Dover در سال ۱۹۸۰ مجدداً منتشر کرده است. همچنین کتاب‌های سِر پاتریک مور[۶] با عنوان‌های *راهنمای ماه*[۷] و *راهنمای سیارات*[۸] از اوایل دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی، باوجودی که از آن زمان بارها و بارها با عناوین مختلف ویرایش جدید و تجدید چاپ شده‌اند، همچنان دیدی فریبنده و غریب درباره‌ی این موضوعات دارند. خواندن این کتاب‌ها –که در زمانی نوشته شدند که ماه و سیارات هنوز مکان‌هایی اسرارآمیز بودند تا آماتورها آن‌ها را با «سفینه‌ی فضایی» خود، یعنی تلسکوپ‌شان، بررسی کنند – سرگرمی جالبی برای شب‌های ابری است! البته اگر بتوانید نسخه‌ای از آن‌ها را پیدا کنید.

ماهواره‌ها

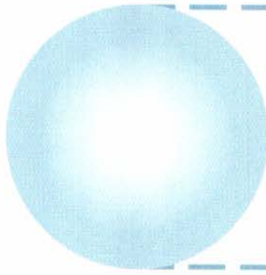
همان‌طور که شهاب‌ها اهدافی برای رصد تلسکوپی به نظر نمی‌رسیدند، ماهواره‌ها (یا *قمرهای مصنوعی*[۹]) نیز همین‌طورند. از میدان دید وسیع و قابلیت نشانه‌گیری سریع با دوربین‌های دوچشمی مدت‌ها برای دنبال کردن ماهواره‌ها در آسمان استفاده می‌شده است. تغییر گاه‌به‌گاه روشنایی آن‌ها به‌سبب چرخش‌شان (به‌ویژه در ماهواره‌های ایریدیوم[۱۰] که صفحه‌های خورشیدی آن‌ها نور خورشید را به‌شدت بازتاب می‌کند و موجب می‌شود چند ثانیه روشن‌تر از سیاره‌ی زهره در آسمان بدرخشند)

۱- American Meteor Society (AMS)
۲- International Meteor Organization (IMO)
۳- *Observational Astronomy for Amateurs*
۴- J.B. Sidgwick
۵- *Amateur Astronomer's Handbook*
۶- Sir Patrick Moore
۷- *Guide to the Moon*
۸- *Guide to the Planets*
۹- artificial satellites
۱۰- Iridium Satellite

و ناپدید شدن آهسته‌ی آن‌ها در مخروط سایه‌ی زمین چیزهایی‌اند که می‌توانید با دوربین دوچشمی یا چشم برهنه تماشا کنید. اما تعداد این اجرام آن‌قدر زیاد است که به‌ندرت پیش می‌آید در شبی رصدی هیچ‌یک از آن‌ها از میدان دید تلسکوپ شما نگذرند؛ فرقی هم نمی‌کند که تلسکوپ شما به کدام سمت نشانه رفته باشد. بی‌شک جالب‌توجه‌ترینِ آن‌ها ایستگاه بین‌المللی فضایی[1] است، به‌ویژه زمانی که شاتل فضایی نیز به آن متصل است. اگر آن‌ها اتفاقاً از وسط میدان دید شما بگذرند، حتی شکل‌های ویژه‌ی آن‌ها را نیز می‌توانید تشخیص دهید؛ باوجودی که گذرشان از میدان دید فقط حدود یک ثانیه طول می‌کشد. گذر این دو فضاپیما به‌صورت سایه‌وار حتی از مقابل قرص ماه و خورشید نیز رصد شده است! و همچنین برخی آماتورها با کمک تلسکوپ سوار بر موتورهایی خاص، که برای ردیابی حرکت سریع این فضاپیماها طراحی شده‌اند، از آن‌ها –با هم و جدا از هم– عکاسی نیز کرده‌اند. من همواره در شگفتم از این‌که هر چند وقت یک‌بار ممکن است ماهواره‌ای دقیقاً از روی اجرام مهم اعماق آسمان –مانند سحابی حلقه، خوشه‌ی جاثی، یا کهکشان آندرومدا– عبور کند. درحالی‌که چنین گذرهایی بی‌شک تداخلی ناخوشایند در کار عکاسان نجومی محسوب می‌شوند، برای رصدگران صحنه‌هایی میخکوب‌کننده‌اند. ناسا چندین وب‌سایت اینترنتی را برای پیش‌بینی عبور ماهواره‌ها از آسمان معرفی کرده که منابع خوبی برای علاقه‌مندان به رصد ماهواره‌ها هستند. احتمالاً بهترینِ آن‌ها سایت «J-Pass» به نشانی http://science.nasa.gov/Realtime/JPass/PassGenerator است. به‌سادگی نشانی پست الکترونیک خودتان را در مکان مشخص‌شده در نخستین صفحه‌ی این سایت وارد کنید و مشترک خبرنامه‌ی آن شوید. این سایت زمان و جهت حرکت دست‌کم ۱۰ ماهواره، از جمله ایستگاه فضایی و شاتل فضایی، را در موقعیت جغرافیایی شما ارایه می‌کند. همچنین سایت www.heavens-above.com نیز علاوه بر ارایه‌ی زمان عبور انواع ماهواره‌ها از مکان شما اطلاعات رصدی مفیدی نیز دارد.

۱- International Space Station (ISS)

فصل ۱۰



رصد مجموعه‌های ستاره‌ای

ستاره‌های تکِ قدر یک و رنگارنگ

بنا به تعریف، هر جرمی که فراتر از منظومه‌ی شمسی قرار داشته باشد جرم *ژرفای آسمان*[1] نامیده می‌شود. اما ما در این کتاب این طبقه‌بندی را برای اجرام دوردست زیبایی مانند سحابی‌ها، خوشه‌ها، و کهکشان‌ها نگه می‌داریم که در فصل یازده در غالب دسته‌ای جداگانه بررسی شده‌اند. داده‌های کمک‌کننده برای رصد بسیاری از این اجرام را همچنین می‌توانید در پیوست ۳ کتاب و نیز در نقشه‌های متعدد و منابعی پیدا کنید که در متن معرفی شده‌اند.

پیش از این‌که جلوتر برویم دوست دارم به قطعه‌ای از چارلز ادوارد بارنز از کتاب ۱۰۰۱ *شگفتی آسمانی*[2] اشاره کنم. حکم شاعرانه‌ی آن برای همه‌ی انواع اجرامی که هر رصدگر می‌بیند اما به‌ویژه برای اجرامی صدق می‌کند که در این فصل و فصل بعدی به آن‌ها اشاره می‌شود:

بگذار من همه‌ی آنچه را از آن‌ها دانسته است فرابگیرم،
به آن‌ها عشق بِوَرزَم برای لذت عشق‌ورزی،
زیرا، همچون مسافری در کشورهای دوردست
که فقط آنچه را با خود برده بازمی‌گرداند،
قلمرو علم غیب من نیز باید
ژرفای فایده و فریبندگی آن‌ها برای من را بسنجد.

۱- deep-sky object

۲- *1001 Celestial Wonders*

با خورشیدهای تکی آغاز می‌کنیم و به‌ویژه با درخشان‌ترین ستاره‌ها، آن‌هایی که از قدر ۱/۵+ یا روشن‌ترند. آن‌ها اعضای «کلوپ قدر اولی‌ها» محسوب می‌شوند که این گروهِ منحصربه‌فرد دارای ۲۳ عضو در سرتاسر آسمان است. این اعضا از شباهنگ (آلفا-کلب‌اکبر) درخشان از قدر ۱/۴- (درخشان‌ترین ستاره‌ی کلّ آسمان شب) آغاز و به ستاره‌ی عَذاری (اِپسیلون-کلب‌اکبر)[۱] از قدر ۱/۵+ ختم می‌شود. از میان این ستاره‌ها ۱۶ عدد از عرض‌های میانه‌ی شمالی دیده می‌شوند؛ یا ۱۷ عدد اگر سهیل (آلفا-شاه‌تخته)[۲] را هم حساب کنیم، که دومین ستاره‌ی پُرنور آسمان شب از قدر ۰/۶- است و از عرض‌های جنوبی ایران دیده می‌شود.

جدا از برخی از این ستاره‌های قدر اولی که اتفاقاً ستاره‌های دوتایی یا چندتایی جذاب‌اند، فریبندگی اصلی آن‌ها در رنگ‌های جذاب و آسمانی آن‌هاست. این ستاره‌ها آن‌قدر درخشان‌ند که رنگ‌های‌شان حتی با چشم برهنه قابل تشخیص است، درحالی‌که با دوربین دوچشمی و تلسکوپ آن‌قدر نور وارد شبکیه‌ی چشم می‌شود که حتی رصدگران مبتدی نیز می‌توانند بی‌خطا رنگ آن‌ها را تشخیص دهند. اگر تصور می‌کنید که همه‌ی ستاره‌ها سفیدند، فقط رنگ سرخ یَدالجوزا[۳] (آلفا-جبّار) را با رنگ آبی رِجل‌الجبار[۴] (بتا-جبار) در صورت فلکی معروف زمستانی، جبار یا شکارچی[۵]، مقایسه کنید؛ یا رنگ آبی-سفید نَسر واقع (آلفا-شلیاق)[۶] را با رنگ طلایی سِماک‌رامِح (آلفا-عوّا)[۷] در آسمان تابستان! به قول ج.د. استیل[۸] که حدود یک قرن پیش گفته بود: «هر رنگی که در گل‌های تابستانی شکوفا می‌شود، شب‌ها در ستاره‌ها به چشم می‌آید».

برای من یکی از بزرگ‌ترین لذت‌های رصدی این است که پس از غروب خورشید با دوربینی در دست بیرون بروم و به ظهور این جواهرات رنگین در حین تاریک شدن آسمان خیره شوم. شاید همین لذت در سَر هنری وادزوُرت لانگ‌فِلو[۹] (شاعری که رصدگر هم بود) بوده که چنین سروده است:

بی‌صدا، یکی‌یکی، در
چمنزار بی‌نهایت آسمان،
ستاره‌های دوست‌داشتنی شکوفه می‌کنند،
این گل‌های فراموشم‌نکنِ فرشته‌ها.

وجه دیگر رصد درخشان‌ترین ستاره‌ها، که مستقیم با رنگ‌های آن‌ها نیز مرتبط است، رده‌ی طیفی آن‌هاست (هر دو این ویژگی‌ها نشان‌دهنده‌ی دمای جوّ ستاره‌اند). با استفاده از یک طیف‌سنج چشمی (فصل ۷ را ببینید) بر تلسکوپی ۴ اینچی یا بزرگ‌تر می‌توانید خطوط و نوارهای تیره‌ی جذبی را

۱- Adhara (ε Canis Majoris)
۲- Canopus (α Carinae)
۳- Betelgeuse
۴- Rigel
۵- Orion, the Hunter
۶- Vega (α Lyrae)
۷- Arcturus (α Bootes)
۸- J.D. Steele
۹- Henry Wadsworth Longfellow

(یا خطوط نشری را اگر وجود داشته باشند) به‌روشنی ببینید و رده‌ی طیفی ستاره را حدس بزنید. رده‌های مشهور طیفی از رده‌های داغ B ،O، و A به رده‌های گرم F و G می‌روند و تا رده‌های سرد N ،R ،M ،K و S ادامه می‌یابند. (و البته مسلماً این دماها نسبی‌اند!) هرچه ستاره سردتر باشد خطوط جذبی بیشتری در طیف آن دیده می‌شود و در سردترین ستاره‌ها کلّ این نوارها دیده می‌شوند. (خوانندگانی که علاقه‌مندند بیشتر درباره‌ی طیف‌سنج‌ها و طیف‌سنجی ستاره‌ای بدانند باید از کتاب عالی مارک اینگلیس با عنوان *راهنمای رصدگران به تحول ستاره‌ها*، انتشارات Springer-Verlag، ۲۰۰۳ کمک بگیرند.)

معلوم شده است که برخی از رنگی‌ترین ستاره‌های آسمان در زمره‌ی درخشان‌ترین ستاره‌ها نیستند و به‌سبب فاصله‌شان در مرز دیده شدن با چشم برهنه قرار می‌گیرند. در میان مشهورترینِ آن‌ها می‌توان به این‌ها اشاره کرد: ستاره‌ی سرخ هرشل (مو–قیفاووس)[۱]، ستاره‌ی Y–تازی‌ها[۲] که در لاتین قدیم و انگلیسی به آن La Superba به معنی باشکوه گفته می‌شود، و ستاره‌ی ماده‌گوزن سرخ (R–خرگوش)[۳]. این‌ها همگی ستاره‌های اَبَرغول سرخ تپنده‌اند که در طی زمان روشنایی‌شان کمی تغییر می‌کند؛ مانند قلب‌های عظیم و تپنده‌ی آسمانی! (بخش ستاره‌های متغیر را جلوتر در همین فصل ببینید.) درحالی‌که برخی از این جواهرات سرخ‌رنگ را می‌توان با دوربین‌های دوچشمی دید، تلسکوپ‌های ۳ تا ۶ اینچی تعداد بسیار بیشتری از آن‌ها را نشان می‌دهد که در سرتاسر آسمان پراکنده شده‌اند. یکی از سرخ‌ترین ستاره‌ها ستاره‌ی T–شلیاق است که در نزدیکی ستاره‌ی نسر واقع در پیش‌زمینه‌ی غنیِ راه شیری تابستانی قرار دارد. در تلسکوپ‌های ۸ اینچی و بزرگ‌تر این ستاره منظره‌ای واقعاً خیره‌کننده دارد.

ستاره‌های دوگانه و چندگانه

این بخش را با تعریفی از ستاره‌های دوگانه و چندگانه آغاز می‌کنیم: دو یا چند ستاره که آن‌ها را با چشم برهنه، دوربین دوچشمی، و/یا به‌ویژه تلسکوپ در آسمان در نزدیکی یکدیگر ببینیم. این اجرام، به استثنای ستاره‌هایی که فقط تصادفاً در یک امتداد دیده می‌شوند و درواقع در فضا با هم خیلی فاصله دارند (دوگانه‌های اُپتیکی)[۴]، از نظر فیزیکی (گرانشی) به‌صورت منظومه‌ای به یکدیگر مرتبط‌اند. در برخی موارد، آن‌ها به اندازه‌ی کافی از یکدیگر فاصله دارند که فقط همچون جفت‌هایی با حرکت ویژه‌ی مشترک[۵] در فضا حرکت کنند درحالی‌که در بقیه، ستاره‌ها به دور مرکز گرانشی مشترکی می‌گردند و منظومه‌ی *دوتایی حقیقی*[۶] را شکل می‌دهند.

۱- Herschel's Garnet Star (μ Cephei)
۲- Y Canum Venaticorum
۳- Hind's Crimson Star (R Leporis)
۴- optical doubles
۵- common-proper-motion pairs
۶- true binary

انواع بسیاری از دوتایی‌ها وجود دارند. طبقه‌بندی درست آن‌ها به این بستگی دارد که مؤلفه‌های آن چقدر به هم نزدیک‌اند و برای دیدن آن‌ها به چه ابزاری نیاز است. منجمان آماتور به *دوتایی‌های بصری*[۱] بسیار علاقه‌مندند؛ آن‌هایی که با تلسکوپ‌های آماتوری از هم تفکیک می‌شوند. آن‌ها دوره‌ی تناوب مداری از حدود چند دهه تا چندین قرن دارند و جدایی زاویه‌ای آن‌ها از یکدیگر از حدود نیم ثانیه‌ی قوس تا چندین دقیقه‌ی قوس است. (از دیگر انواع دوتایی‌ها، *دوتایی‌های طیف‌سنجی و تداخل‌سنجی*[۲] معمولاً دوره‌ی تناوب مداری بسیار کوتاه‌تری -گاهی فقط چند ساعت- دارند.)

ستاره‌های دوتایی جواهرات رنگین و جفت‌های رقصان آسمان شب‌اند. فراوانی حقیقتاً اِعجاب‌آور آن‌ها و تنوع به‌ظاهر بی‌نهایتِ رنگ، درخشش، جدایی زاویه‌ای، و آرایش فضایی مؤلفه‌های آن‌ها موجب تبدیل‌شان به اجرامی شگفت‌آور شده است؛ هم برای بررسی‌های هدفمند علمی و هم برای رصدهای تفنّنی با تلسکوپ‌های آماتوری. اخترشناسان تخمین می‌زنند که دست‌کم ۸۰ درصد جمعیت ستاره‌ای به‌صورت جفت یا گروه‌های چندتایی‌اند. آن‌ها را، که در میان ستاره‌های چشم برهنه هم فراوان‌اند، با کوچک‌ترین ابزارها در تمام شب‌ها هم می‌توان رصد کرد؛ حتی شب‌های مهتابی و از میان غبار و آلودگی نوری! درحقیقت هزاران عدد از آن‌ها را فقط با تلسکوپ‌های ۲ تا ۳ اینچی می‌توان دید.

پس از ماه و سیارات، ستاره‌های دوتایی عموماً هدف بعدی رصدگران مبتدی پیش از رفتن به سوی قلمرو کم‌فروغ‌تر خوشه‌های ستاره‌ای، سحابی‌ها، و کهکشان‌ها هستند. و البته همین‌طور هم باید باشد، نه‌تنها به این سبب که درخشان‌اند و به‌راحتی پیدا می‌شوند بلکه به این علت که آن‌ها واقعاً اجرامی هیجان‌انگیزند.

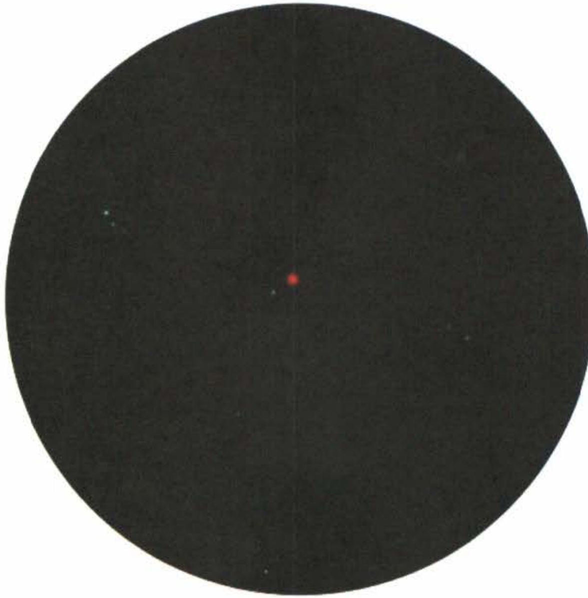
رنگ‌های مخملی این جفت‌ها از آن نماهایی است که هرگز فراموش‌تان نمی‌شود. از آن جمله‌اند، جفت‌های زِبَرجَدی و کبود منقار دجاجه (بتا-دجاجه)[۳]، نارنجیِ مخملی و آبی آسمانی عَناق‌الاَرض (گاما-آندرومدا)[۴] و سرخ و سبز رأس‌الجاثی (آلفا-جاثی)[۵]. جفت‌های درخشان آبی و سفید مانند کاستور (آلفا-دوپیکر)[۶]، عناق (کسی-دب‌اکبر)[۷]، و رجل‌الجبار (بتا-جبّار) همچون الماس‌های آسمانی درخشان در زمینه‌ی مخمل سیاه فضا به نظر می‌رسند. منظومه‌های چندتایی شگفت‌آوری همچون دوگانه‌ی دوگانه (اِپسیلون-شلیاق)، ذوزنقه (تِتا-جبار)، و ستاره‌ی شگفت‌انگیز هرشل (بتا-تک‌شاخ)[۸] نیز در آسمان هستند.

۱- visual binaries
۲- spectroscopic and interferometric binaries
۳- Albiero (β Cygni)
۴- Almach (γ Andromeda)
۵- Rasalgethi (α Herculis)
۶- Castor (α Geminorum)
۷- Mizar (ξ Ursae Majoris)
۸- Double-Double (ε Lyrae), Trapezium (θ Orionis), Herschel's Wonder Star (β Monocerotis)



شکل ۱۰-۱
تصویر رنگی جذابی که با تلسکوپ ۱۱ اینچی کاتادیوپتریک اشمیت-کاسگرین از ستاره‌ی منقار دجاجه (بتا-دجاجه) گرفته شده است. این ستاره زیباترین ستاره‌ی دوتایی آسمان شناخته می‌شود و محبوب‌ترین دوتایی آسمان نزد رصدگران است. رنگ‌های بدیع نارنجی و آبی مؤلفه‌های آن را حتی در تلسکوپی ۲ اینچی با بزرگنمایی ۲۵ برابر هم می‌توان تشخیص داد و در تلسکوپ‌های بزرگ هم (که به‌سبب نور زیاد رنگ‌ها در آن‌ها اشباع و ستاره‌ها زیادی از هم جدا می‌شوند) بسیار دیدنی‌اند. اگر دوربین دوچشمی ۵۰×۱۰ خود را ثابت نگه دارید، زیبایی این جفت زیبا دوچندان می‌شود. این واقعاً یکی از زیباترین نماهای عالم است. عکس از یوهانس شِدلِر

همانند دیگر حوزه‌های نجوم آماتوری، بخشی از لذت رصد ستاره‌های دوتایی در سهیم شدن رصد این اجرام دوست‌داشتنی با دیگران است. زیبایی وصف‌ناپذیر آن‌ها، وقتی در چشمی تلسکوپ دیده شوند، از شدت هیجان و لذت نفس رصدگران تازه‌کار را بند می‌آورد. تماشای مناظری که در بالا وصفش شد، معمولاً رصدگر را به بررسی عمیق‌تر ستاره‌های دوتایی ترغیب می‌کند. برخی افراد، که مشتاق‌اند تا جای ممکن چنین مناظری را ببینند، از فهرست‌هایی مانند پیوست۳ این کتاب یا دیگر منابع استفاده می‌کنند و برای خودشان توری از نماهای ستاره‌های

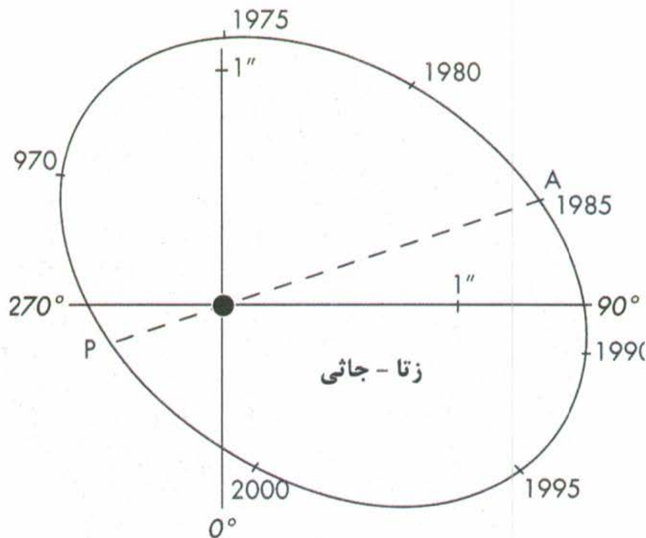


شکل ۱۰-۲
نمای سیاه و سفید تلسکوپ شکستی ۴ اینچی از ستاره‌ی دوتایی رنگارنگ یوتا-خرچنگ که درست بالای خوشه‌ی کندوی عسل قرار دارد. اندازه‌ی تصویر ستاره‌ها برای وضوح بیشتر بزرگنمایی شده است. در شب‌هایی با جوّ پایدار مؤلفه‌های این دوتایی همچون ستاره‌های نقطه‌ای تابان به نظر می‌رسند. این دوتایی با رنگ‌های نارنجی و آبی دوست‌داشتنی خود یادآور ستاره‌ی دوتایی مشهور منقارالدجاجه (بتا-دجاجه) است و من آن را «منقارالدجاجه‌ی بهار» نام داده‌ام. در این نما از تلسکوپی با تصویر برگردان، جنوب رو به بالاست.

دوتایی برگزار می‌کنند. برخی، که مایل به ثبت رصد خودند، ممکن است آنچه را در چشمی می‌بینند روی کاغذ پیاده کنند یا به کمک دوربین‌های دیجیتال، سی‌سی‌دی، یا دوربین‌های ویدئویی سعی در عکاسی از آن‌ها کنند.

اگر زمان صرف کنید و حوصله به خرج دهید، حرکت مداری جفت‌های درخشانی مانند زاویةالعوّا (گاما-سنبله)[۱]، عناق، و کاستور طی دوره‌ای چندساله مشخص می‌شود. دیدن نمای دو ستاره‌ای که در اعماق دوردست فضا به‌آهستگی به دور یکدیگر در رقص‌اند هیجانی دارد که با کلمات وصف نمی‌شود! این نماها ممکن است رصدگر را بر آن دارد که به اندازه‌گیری منظم حرکات این ستاره‌ها با

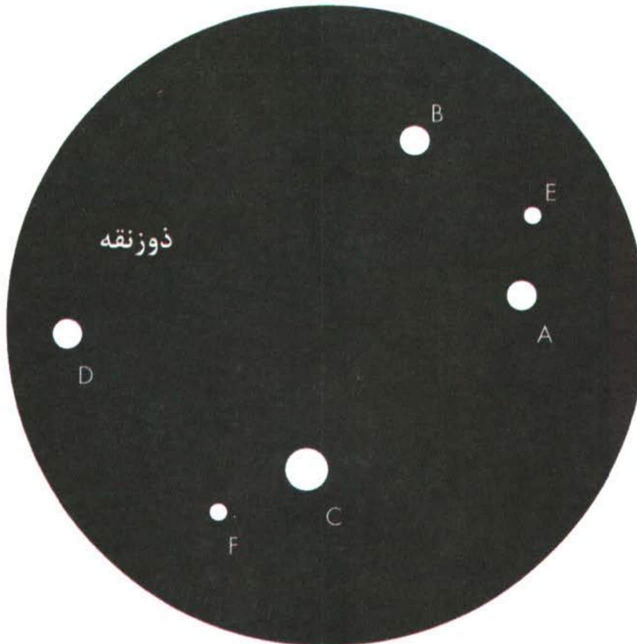
۱- Porrima (γ Virginis)



شکل ۱۰-۳
مدار ظاهری یک دوتایی بصری سریع‌حرکت نمونه. این ستاره‌ی نمونه زتا-جائی است؛ یکی از گوشه‌های صورت‌واره‌ی مربع در جائی. از آنجایی که دوره‌ی تناوب این دوتایی فقط ۳۴ سال است (و به یاد کاشفش من آن را «دوتایی سریع هرشل» نام داده‌ام) از سال ۱۷۸۲، که سر ویلیام هرشل این دوتایی را کشف کرد، تا به حال شش بار به دور هم گشته‌اند. حرف «A» نشان‌دهنده‌ی بیشترین فاصله‌ی دو ستاره از هم در مدارشان و «P» نشان‌دهنده‌ی کمترین فاصله است. این دوتایی نزدیک‌به‌هم و پویا را می‌توانید با تلسکوپ ۴ اینچی خوبی، در زمانی که بیشترین فاصله را از هم دارند که آخرین بار سال ۱۹۹۱ بود، از هم تفکیک کنید. نزدیک‌ترین فاصله‌ی آن‌ها از هم در سال ۲۰۰۱ بود و اکنون در حال دور شدن‌اند.

استفاده از ریزسنج یا دیگر ابزارها روی آورد. این پروژه نه‌تنها به‌خودی خود جذاب است، بلکه اتفاقاً برای اخترشناسان حرفه‌ای نیز، که به بررسی دینامیک مداری ستاره‌های دوتایی مشغول‌اند، ارزش بالایی دارد. منظومه‌های دوتایی و چندتایی درواقع تنها وسیله‌ی دانشمندان برای اندازه‌گیری جرم ستاره‌ها هستند و جرم ستاره از آن دست اطلاعاتی است که دانستن آن در بررسی تولد، تحول، و مرگ منظومه‌های ستاره‌ای بسیار ضروری است. مرکز گزارش رصدها و اندازه‌گیری‌های مرتبط با ستاره‌های دوتایی و چندتایی رصدخانه‌ی نیروی دریایی ایالات متحده[1] در شهر واشنگتن دی‌سی است. این مرکز منتشرکننده‌ی *فهرست ستاره‌های دوتایی واشنگتن*[2] است که شامل اطلاعات حدود ۱۰۰ هزار جفت ستاره است و مدام به‌روز می‌شود. می‌توانید به‌صورت آن‌لاین روی وب‌سایت این رصدخانه به این فهرست، به اضافه‌ی انبوهی از اطلاعات درباره‌ی ستاره‌های دوتایی به‌طور کلّی،

۱- United States Naval Observatory
۲- Washington Double Star Catalog (WDS)



شکل ۱۰-۴
طراحی نمای تلسکوپی با بزرگنمایی بالا با تلسکوپ شکستی ۱۳ اینچی از منظومه‌ی ستاره‌های چندتایی ذوزنقه (تتا-جبار) در قلب سحابی جبار. تلسکوپی ۲ اینچی به‌سرعت چهار ستاره‌ی درخشان‌تر منظومه را تفکیک می‌کند، اما برای دیدن دو ستاره‌ی کم‌نورتر دست‌کم به تلسکوپ ۴ اینچی نیاز دارید و برای واضح دیدن آن‌ها به تلسکوپی ۸ اینچی نیاز است. این شش ستاره، هسته‌ی خوشه‌ای ستاره‌ای‌اند که از دل سحابی شکل می‌گیرد. شمال بالاست چون روی تلسکوپ از چُپُقی منشوری استفاده شده است.

دسترسی پیدا کنید (http://ad.usno.navy.mil/wds). همچنین انجمن وِب در انگلستان نیز (که به نام ت.و. وِب[1] نویسنده‌ی کتاب مشهور *اجرام آسمانی برای تلسکوپ‌های رایج*[2]، که نسخه‌های جدیدترش شامل ۳۰۰۰ ستاره‌ی دوتایی و چندتایی است، نام‌گذاری شده) بخش بسیار فعالی در زمینه‌ی ستاره‌های دوتایی دارد که به روی منجمان حرفه‌ای و آماتور باز است. در جلد یک از سری *راهنمای رصدگران اعماق آسمان انجمن وِب*[3] اطلاعات بسیار مفیدی درباره‌ی این اجرام پیدا می‌کنید. نشانی اینترنتی این انجمن چنین است: www.webbsociety.freeserve.co.uk

۱- T.W. Webb
۲- *Celestial Objects for Common Telescopes*
۳- *Webb Society Deep-Sky Observer's Handbook*

در میان چندین اطلس آسمان که امروز در دسترس رصدگران ستاره‌های دوتایی است (که در همه‌شان امروز از علامتی یکسان برای نشان دادن ستاره‌ی دوتایی استفاده می‌شود؛ خطی در وسط دایره‌ی ستاره نشان‌دهنده‌ی ماهیت دوتایی یا چندتایی آن است) دو تا از همه بهتر است. یکی اطلس معروف و کلاسیک، *اطلس ستاره‌های نورتون*[1]، اثر آرتور نورتون[2] است که نخستین بار در سال ۱۹۱۰ منتشر شد و حالا در چاپ بیستم (Pi Press، ۲۰۰۴) به دست یان ریدپَت[3] ویرایش شده است. این اطلس نقشه‌های بسیار خوبی دارد که همه‌ی آسمان را در همه‌ی طول سال در بر می‌گیرد و نیز شامل فهرستی از ستاره‌های دوتایی جذاب است. متأسفانه معرفی باارزش ستاره‌های دوتایی به‌دست کاشفان متعددی چون استرووز و هرشل و برنهام، که زمانی این جفت‌ها را روی نقشه شناسایی کردند، از چاپ ۱۸ به بعد حذف شده‌اند. به همین سبب، بهترین نسخه‌ها برای رصدگران ستاره‌های دوتایی نسخه‌های ۱۷ به قبل است البته اگر آن‌قدر خوش‌اقبال باشید که بتوانید نسخه‌ای از آن را در بازار دست‌دوم بیابید! اطلس دوم نسخه‌ی باشکوه و رنگی *اطلس آسمان ۲۰۰۰/۰*[4] اثر ویل تیریون[5] و راجر سینات[6] (انتشارات Sky Publishing، که در مؤسسه‌ی آسمان شب به فارسی ترجمه و منتشر شده) است که بیش از ۲۷۰۰ جرم اعماق آسمان و بیش از ۸۱۰۰۰ ستاره را -که بیشترشان دوتایی و چندتایی است- تا قدر ۸/۵ به نقشه درآورده است. (این اطلس همچنین به‌صورت سیاه‌وسفید نیز موجود است.) مجلد همراه این اطلس، *فهرست آسمان ۲۰۰۰/۰ جلد ۲*[7] (Sky Publishing، ۱۹۸۵)، نیز شامل داده‌هایی درباره‌ی بیش از ۸۰۰۰ جفت درخشان‌تر است که در اطلس ذکر شده‌اند. یکی از بهترین اطلس‌های جدید از همین انتشارات (که آن هم در مؤسسه‌ی آسمان شب به فارسی ترجمه و منتشر شده) اطلس فشرده‌ی آسمان شب[8] است.

اگر علاقه‌مندید که همه‌ی وجوه ستاره‌های دوتایی را بیشتر بررسی کنید، شاید لازم است دو کتاب خودم را معرفی کنم. یکی کتاب *ستاره‌های دوتایی و چندتایی و نحوه‌ی رصد آن‌ها* (Springer، ۲۰۰۵) که در آن ۵۰۰ جفت ستاره معرفی شده‌اند. دوم هم کتاب *درو آسمان: بیش از ۳۰۰ نمونه‌ی ممتاز آسمانی برای رصد تلسکوپی و بررسی*[9] (Dover، ۲۰۰۲). تقریباً نیمی از اجرام بحث‌شده در این کتاب دوتایی‌ها و چندتایی‌های جذاب‌اند که برای رصد با تلسکوپ‌های ۲ تا ۱۴ اینچی مناسب‌اند. بسیاری از جفت‌های خارق‌العاده همچنین در پیوست ۳ همین کتاب هم آمده‌اند. برای آن‌ها که علاقه‌مند جدّی سنجش ستاره‌های دوتایی‌اند (که بنابراین هم‌قطار حرفه‌ای‌ها در این

۱- *Norton's Star Atlas*
۲- Arthur Norton
۳- Ian Ridpath
۴- *Sky Atlas 2000.0*
۵- Wil Tirion
۶- Roger Sinnott
۷- *Sky Catalogue 2000.0, Volume 2*
۸- *Pocket Sky Atlas*
۹- *Celestial Harvest: 300-Plus Showpieces of the Heavens for Telescope Viewing & Contemplation*

حوزه می‌شوند) کتاب *رصد و سنجش ستاره‌های دوتایی بصری*[۱] (Springer، ۲۰۰۴) نوشته‌ی باب آرژایل[۲] از انجمن وب، همه‌ی آنچه را یک رصدگر نیاز دارد به‌طور مفصل بیان کرده است.

ستاره‌های متغیر، نواَخترها، و اَبَرنواَخترها

ستاره‌های متغیر[۳] آن‌هایی‌اند که روشنایی‌شان طی زمان تغییر می‌کند؛ در دوره‌هایی از فقط چند دقیقه تا چندین سال. بیشتر این ستاره‌های بی‌استراحت غول‌ها یا اَبَرغول‌های سرخ‌اند که نه‌تنها از نظر روشنایی که از نظر اندازه‌ی فیزیکی هم تغییر می‌کنند. برخی، مانند یدالجوزا، ستاره‌هایی درخشان‌اند که با چشم برهنه به‌سادگی و زیبایی دیده می‌شوند درحالی‌که بقیه در حدّ رؤیت تلسکوپ‌های بزرگ قرار دارند. اخترشناسان، با محافظه‌کاری، چنین تخمین می‌زنند که دست‌کم ۱۰ درصد همه‌ی ستاره‌ها در طبیعت متغیرند.

از میان چندین دسته ستاره‌ی متغیر طبقه‌بندی‌شده، برخی از جذاب‌ترینِ آن‌ها برای رصدگران آماتور به شرح زیرند:

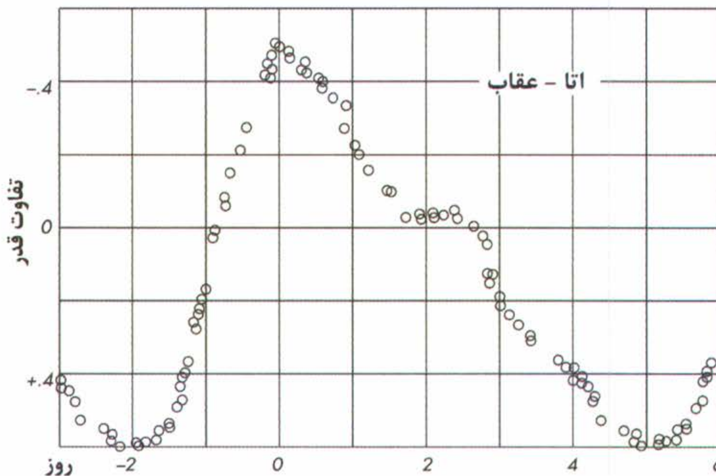
متغیرهای بلنددوره[۴] آن‌هایی‌اند که خروجی نورشان در دوره‌ای چند ماهه یا چند ساله در حدّ دست‌کم چند قدر تغییر می‌کند. نمونه‌ی این دسته ستاره‌ی غول سرخ میرا (اومیکرون–قِیطُس)[۵] است. این ستاره، که مردمان روزگار باستان که تغییرات روشنایی آن را می‌دیدند نامش را «ستاره‌ی شگفت‌انگیز» گذاشته بودند، در دوره‌ای حدوداً ۳۳۰ روزه از قدر ۲ و به قدر ۹ (و گاه حتی به قدر ۱۱) می‌رسد. عضو مشهور دیگر در این دسته ستاره‌ی پلتیه (R–اَسَد) است که قدرش در دوره‌ای ۳۳۱ روزه از ۴ به ۱۰ می‌رسد. در زمان پُرنوری ته‌رنگ قرمزش به‌زیبایی در دوربینی دوچشمی واضح است و در زمان کم‌نوری نیز با تلسکوپی ۶ اینچی همچنان بسیار زیباست. (بسیاری از متغیرهای بلنددوره در چرخه‌ی تغییرات‌شان ته‌رنگ سرخ اشتباه‌ناپذیر و گاه حتی بسیار واضحی از خود نشان می‌دهند.)

متغیرهای نیمه‌منظم[۶] تا حدودی شبیه ستاره‌های میراگونه‌اند اما گستره‌ی کوچک‌تری در روشنایی و دوره‌ی تناوب نامنظم دارند. بی‌شک درخشان‌ترین نمونه ستاره‌ی یدالجوزاست که پیش‌تر هم به آن اشاره کردیم (تنها ستاره‌ی متغیر–از هر نوع– در میان ستاره‌های قدر یک). قدر ظاهری این ستاره به‌آهستگی و به‌طور پیش‌بینی‌ناپذیر در دوره‌ای ۵/۷ ساله از ۰/۴ تا ۱/۳ تغییر می‌کند. نمونه‌ی دیگر ستاره‌ی بزرگ‌تر دوتایی زیبای رأس‌الجاثی (آلفا–جاثی) است که قدرش در دوره‌ای نامشخص و تکرارنشدنی بین ۳ و ۴ تغییر می‌کند.

۱- *Observing and Measuring Visual Double Stars*
۲- Bob Argyle
۳- variable stars
۴- long-period variables
۵- Mira (o Ceti)
۶- semi-regular variables

گروه دیگر، *متغیرهای نامنظم*[۱] هستند که گستره‌ی کوچکی در تغییر قدر و دوره‌ی تناوبی کاملاً نامنظم دارند. هیچ نمونه‌ای از این متغیرها برای چشم برهنه قابل دیدن نیستند.

دسته‌ای که در اخترشناسی و کیهان‌شناسی بسیار مهم‌اند *متغیرهای قیفاووسی*[۲] هستند که به‌دنبال کشف نخستین نمونه‌ی آن‌ها، دلتا–قیفاووس[۳] (که درضمن یک دوتایی جذاب است)، چنین نام‌گذاری شده‌اند. دلتا–قیفاووس دقیقاً در دوره‌ای ۵/۴ روزه از قدر ۳/۵ تا ۴/۴ تغییر می‌کند و تغییراتش با دوربین دوچشمی و حتی با چشم برهنه قابل تشخیص است. این ستاره‌ها را گاه *متغیرهای منظم*[۴] می‌نامند زیرا چرخه‌ی تغییر روشنایی آن‌ها بسیار دقیق و تکرارشونده است. مدت‌ها می‌دانستیم که هرچه دوره‌ی تناوب یک قیفاووسی بلندتر باشد، روشنایی حقیقی یا مطلق آن (استاندارد آن روشنایی مطلق خورشید است) بیشتر است. متغیرهای قیفاووسی را نه‌تنها می‌توان در جمعیت‌های کلّی و خوشه‌های ستاره‌ای یافت بلکه می‌توان (فقط با تلسکوپ‌های بزرگ حرفه‌ای!) آن‌ها را در کهکشان‌های مارپیچی نزدیک‌تر هم یافت. به این ترتیب با مقایسه‌ی قدر مطلق آن‌ها با قدر ظاهری‌شان می‌توان به تخمین خوبی از فاصله‌ی آن‌ها و درنتیجه فاصله‌ی آن کهکشان دست یافت.



شکل ۱۰-۵

منحنی نوری ساخته‌شده از قدرهای بصری تخمینی برای ستاره‌ی دوتایی مشهور اِتا-عقاب؛ ستاره‌ی متغیر قیفاووسی با دوره‌ی تناوب فقط ۷ روز. تغییرات روشنایی این جفت از قدر ۳/۵ تا ۴/۴ هم با چشم برهنه و هم با دوربین دوچشمی با مقایسه‌ی آن با ستاره‌ی قدر ۳/۷ بتا-عقاب، که با نوری ثابت می‌درخشد، قابل تشخیص است.

۱- irregular variables

۲- Cepheid variables

۳- δ Cephei

۴- regular variables

متغیرهای فورانی[۱] ستاره‌هایی‌اند که به‌طور معمول با روشنایی ثابتی می‌درخشند و ناگهان بدون هیچ پیش‌زمینه‌ای چندین قدر درخشان می‌شوند. یکی از شناخته‌شده‌ترین نمونه‌ها در صورت فلکی گیسوان برنیکه[۲] یا تاج شمالی قرار دارد. ستاره‌ی T-گیسوان برنیکه (که به نام «ستاره‌ی مشتعل» نیز شناخته می‌شود) معمولاً از قدر ۱۱، نزدیک مرز رؤیت با تلسکوپی ۳ اینچی، می‌درخشد. اما در سال ۱۸۶۶، و باز در سال ۱۹۴۶، ناگهان تا قدر ۲ درخشان شد و کاملاً در لبه‌ی صورت‌واره‌ی تاج با چشم برهنه دیده می‌شد. (جالب این‌که، در سوی دیگر ستاره‌ی R-گیسوان برنیکه، درست در نزدیکی آن، ستاره‌ی T قرار دارد که به‌طور معمول از قدر ۵/۷، یعنی نزدیک حدّ قدر کافی برای چشم برهنه، می‌درخشد. اما در سال ۱۹۶۲ و ۱۹۷۲ و نیز ۱۹۷۷ ناگهان ناپدید شد و به قدر ۱۵ رسید. به‌طوری که نامش را «ستاره‌ی ناپدیدشونده» یا «نواَختر برعکس» گذاشتند.)

سه گروه مرتبط از ستاره‌های به‌شدت ناپایدار *متغیرهای فاجعه‌بار*[۳]، *ستاره‌های شراره‌ای*[۴]، و *نواَخترهای کوتوله*[۵] هستند. این اجرام معمولاً از کم‌نور (عموماً از قدر ۱۴ و بالاتر) می‌درخشند و سپس ناگهان و پیش‌بینی‌نشده چند صد برابر درخشان می‌شوند. نمونه‌ای مشهور و خارق‌العاده ستاره‌ی U-دوپیکر است که معمولاً بین قدر ۱۴ و ۱۵ می‌درخشد و گاه در عرض کمتر از ۲۴ ساعت به قدر ۸ می‌رسد. *نواختر*[۶] واقعی نیز به همین ترتیب رفتار می‌کند اما معمولاً خشن‌تر است و وقتی «منفجر» می‌شود هزاران بار درخشان‌تر می‌شود. برخی از آن‌ها در پُرنورترین حالت رقیب درخشان‌ترین ستاره‌های آسمان می‌شوند و تا ماه‌ها با چشم برهنه قابل دیدن‌اند. طی سالیان پیش، منجمان آماتور نقشی اساسی در کشف این انفجارهای کیهانی داشته‌اند. بیشتر رصدهای این ستاره‌های به‌ظاهر «جدید» بدون هیچ ابزاری، به‌جز چشم برهنه و گاه دوربین دوچشمی، و با آشنایی کامل با شکل‌های صورت‌های فلکی انجام شده است. (برخی از نواخترهای کم‌فروغ‌تر و دورتر را نیز رصدگران هُشیار با تلسکوپ کشف کرده‌اند.)

حدّ نهایی ستاره‌های فاجعه‌بار، *اَبرنواَخترها*[۷] هستند. مثلاً اگر همین حالا یکی در کهکشان خودمان رخ دهد، ستاره‌ای که تا دیشب دیده نمی‌شد ناگهان طی چند ساعت به قدر منفی می‌رسد و از همه‌ی اجرام به‌جز خورشید و ماه درخشان‌تر می‌شود (و حتی ممکن است آن‌قدر پُرنور شود که در نور روز هم دیده شود!). در طی تاریخ ثبت‌شده‌ی بشر فقط پنج اَبرنواَختر در کهکشان ما رخ داده است (اما در دیگر کهکشان‌ها بیشتر رخ می‌دهند که در فصل بعدی درباره‌اش صحبت خواهیم کرد). سه ابرنواختر مهم تاریخ در کهکشان راه شیری عبارت‌اند از، ستاره‌ی تیکو[۸] در سال ۱۵۷۲، ستاره‌ی کپلر[۹] در سال ۱۶۰۴، و پیش از آن‌ها «ستاره‌ی مهمان[۱۰]» چینی‌ها در سال ۱۰۵۴ که سازنده‌ی

۱- eruptive variables
۲- Corona Borealis
۳- cataclysmic variables
۴- flare stars
۵- dwarf novae
۶- nova
۷- supernovae
۸- Tycho's Star
۹- Kepler's Star
۱۰- Guest Star

سحابی بازمانده‌ی ابرنواختری خرچنگ[۱] در صورت فلکی ثور (گاو)[۲] بوده است. از آخرین ابرنواختری که رخ داده بیش از چهار قرن گذشته است و حالا بیشتر اخترشناسان بر این باورند که شاید همین روزها ابرنواختری در کهکشان ما رخ دهد. منجم آماتوری مانند خود شما، که هر شب آسمان را جاروب می‌کند، ممکن است نخستین فردی باشد که آن را می‌بیند و به جهان گزارش می‌کند و به این ترتیب –در کنار تیکو و کپلر– به شهرتی ابدی دست می‌یابد! اگر فکر می‌کنید نواختری (یا حتی بهتر اَبَرنواختر بعدی!) را کشف کرده‌اید، بلافاصله، به کمک اطلاعاتی که در فصل ۹ درباره‌ی کشف دنباله‌دارها در اختیارتان گذاشتیم، با انجمن بین‌المللی نجوم تماس بگیرید و آن را گزارش کنید.

از انواع ستاره‌های متغیر همچنین یک گروه جذاب دیگر هم وجود دارند که اصلاً متغیر نیستند! آن‌ها متغیرهای گرفتی[۳] نام دارند که همچنین به نام *دوتایی‌های گرفتی*[۴] نیز مشهورند. همان‌طور که نام دوم‌شان نشان می‌دهد، تغییر در روشنایی این اجرام به سبب گرفت یکی پشت دیگری در مدارشان به دور هم رخ می‌دهد، و نه به‌سبب تَپش ستاره و تغییر واقعی اندازه یا درخشندگی آن. بهترین نمونه‌ی آن‌ها ستاره‌ی رأس‌الغول (بتا–برساوش) یا «ستاره‌ی دیو[۵]» (مردمان باستان به‌سبب چشمک زدن ستاره این نام را به آن داده بودند) است. قدر این ستاره دقیقاً در هر ۲/۹ روز از ۲/۱ به ۳/۴ می‌رسد. درواقع دو کمینه در روشنایی این ستاره وجود دارد. کاهش اصلی که برای چشم برهنه قابل تشخیص است زمانی که ستاره‌ی بزرگ‌تر اما کم‌نورتر از مقابل ستاره‌ی کوچک‌تر اما پُرنورتر می‌گذرد و تمام سطح آن را می‌پوشاند. همچنین گرفت ثانویه‌ی کمتر قابل‌توجهی نیز وجود دارد که در نیم‌دور بعدی مدار اتفاق می‌افتد و این زمانی است که ستاره‌ی پُرنورتر (کوچک‌تر) از مقابل ستاره‌ی کم‌نورتر (بزرگ‌تر) عبور می‌کند و نور مجموع ستاره کمی کاهش می‌یابد. گرفت اصلی ۱۰ ساعت طول می‌کشد. در رأس‌الغول نیز، مانند دیگر ستاره‌های متغیر، می‌توانید به‌راحتی با مقایسه‌ی نور آن با نور ثابت همسایه‌ای در آن نزدیکی متوجه تغییرات شوید؛ در این مورد ستاره‌ی مقایسه ستاره‌ی مِرفَق[۶] (آلفا–برساوش) از قدر ۲ است.

ستاره‌ی گرفتی دیگر، که با چشم برهنه دیده می‌شود، ستاره‌ی بتا–شلیاق در نزدیکی سحابی مشهور حلقه در صورت فلکی شلیاق یا چنگ رومی است. در این ستاره روشنایی بین قدر ۳/۳ تا ۴/۳ در دوره‌ای ۱۳ روزه تغییر می‌کند، زیرا این دو ستاره‌ی غول‌پیکر تخم‌مرغ–شکل با سرعت در حال گشتن به دور یکدیگرند و نیز آن‌قدر یکدیگر را نزدیک در آغوش گرفته‌اند که جوّ خارجی‌شان تقریباً با هم در تماس است. خیلی جالب است، تصور کنید که وقتی به ستاره‌هایی نظیر رأس‌الغول و بتا–شلیاق نگاه می‌کنید درواقع بدون هیچ ابزاری به‌جز چشم برهنه شاهد چرخش متقابل دو ستاره به دور هم در اعماق فضا هستید! و البته این دو ستاره در محدوده‌ی دید چشم برهنه‌اند و در همین حال بسیاری دیگر متغیر گرفتی در محدوده‌ی دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های کوچک هستند.

۱- Crab Nebula
۲- Taurus, The bull
۳- eclipsing variables
۴- eclipsing binaries
۵- Algol (β Persei), the Demon Star
۶- Mirfak

ستاره‌های متغیر را می‌توان فقط برای لذت یا، به قصد بالا بردن دانش، خیلی جدّی‌تر رصد و بررسی کرد. به این منظور می‌توانید به اندازه‌گیری یا تخمین قدر آن‌ها بپردازید. این کار را می‌توان با چشم، دوربین، یا تلسکوپ انجام داد؛ تخمین قدر ستاره‌ای در تاریخی خاص با مقایسه‌ی روشنایی آن با ستاره‌های همسایه با قدر مشخص و ثابت –معمولاً تا دقت چند دهم یک قدر. اخترشناسان حرفه‌ای، به همراه برخی آماتورهای پیشرفته‌تر، از نورسنج فوتوالکتریک استفاده می‌کنند؛ ابزاری دقیق برای اندازه‌گیری درخشندگی ستاره‌ها تا چند صدم یا حتی هزارم یک قدر. انجمن جهانی نورسنجی فوتوالکتریک آماتور–حرفه‌ای[1] در آمریکا مسئول هماهنگ کردن چنین همکاری‌های رصدی بین این دو سطح از منجمان است که مدیرش با پست الکترونیک douglas.s.hall@iapp.vanderbilt.edu در دسترس است. یکی از پیشرفت‌های اخیر در این زمینه استفاده از دوربین‌های سی‌سی‌دی یا ویدئویی برای ثبت قدر ستاره‌های متغیر و البته دیگر اجرام آسمانی است (برای آشنایی بیشتر با این ابزارها فصل ۷ را ببینید).

تخمین قدر ستاره‌های متغیر هیچ سودی به حال علم ندارد مگر این‌که شما نتیجه‌ی رصدتان را برای سازمانی مشخص برای گردآوری و تحلیل ارسال کنید. یکی از سازمان‌های اصلی برای این کار انجمن آمریکایی رصدگران ستاره‌های متغیر[2] در کمبریج، ماساچوست، ایالات متحده است. البته این انجمن صدساله مرکزی جهانی برای تمام رصدگران جهان است تا گزارش‌های خودشان را از رصد ستاره‌های متغیر به آن بفرستند. برای اطلاعات بیشتر درباره‌ی این انجمن به وب‌سایت آن به نشانی www.aavso.org مراجعه کنید یا با پست الکترونیک aavso@aavso.org با آن‌ها ارتباط برقرار کنید. همان‌طور که در بالا ذکر شد، ناپدید شدن ناگهانی ستاره‌ها یا ناگهان درخشان شدن آن‌ها را باید سریع گزارش کنید زیرا زمان در بررسی چنین پدیده‌هایی بسیار مهم است.

علاوه بر اطلس‌هایی که پیش تر ذکر کردیم، اطلس ستاره‌های متغیر AAVSO اثر سی.ای. اسکویل[3] (AAVSO، ۱۹۹۰) مخصوصاً برای یافتن و تخمین قدر ستاره‌های متغیر طراحی شده است. منبع گردآوری شده‌ی ستاره‌های متغیر برای حرفه‌ای‌ها نیز *فهرست عمومی ستاره‌های متغیر*[4] نوشته‌ی پ.ن. خولوپوف و ب.و. کوکارکین[5] است که آکادمی علوم روسیه مدام آن را به‌روز و منتشر می‌کند. البته به دست آوردن این منبع مشکل است.

دو کتاب خوب برای رصد متغیرها عبارت‌اند از، *رصد ستاره‌های متغیر: راهنمای مبتدیان*[6] اثر دیوید لِوی (Cambridge University Press، ۱۹۹۸) و *رصد ستاره‌های متغیر*[7] نوشته‌ی گِری گود[8] (Springer، ۲۰۰۳).

۱- International Amateur-Professional Photoelectric Photometry Association (IAPPP)

۲- American Association for Variable Star Observers (AAVSO)

۳- C.E. Scovil

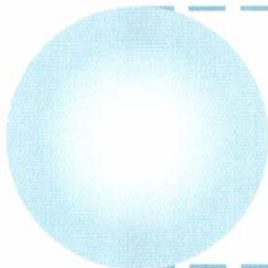
۴- *General Catalogue of Variable Stars*

۵- P.N. Kholopov and B.V. Kukarkin

۶- *Observing Variable Stars: A Guide for the Beginner*

۷- *Observing Variable Stars*

۸- Gerry Good



رصد اجرام اعماق آسمان

اجتماعات ستاره‌ای و صورت‌واره‌ها

پیش از این‌که وارد رصد اجرام ژرفای آسمان شویم با دو نوع مجموعه‌ی ستاره‌ای بسیار بزرگ و پراکنده از ستاره‌ها آغاز می‌کنیم. بااین‌که آن‌ها اصولاً ربطی به هم ندارند، برای دیدن هر دو به میدان دیدهای بسیار بزرگ نیاز است که به این ترتیب دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان دید باز نسبت به دیگر انواع تلسکوپ‌ها برتری دارند. *اجتماعات ستاره‌ای*[1] مجموعه‌هایی فیزیکی‌اند که در آن‌ها ستاره‌ها با نیروی گرانشی متقابل ضعیفی به یکدیگر مرتبط‌اند، بسیار شبیه خوشه‌های ستاره‌ای (جلوتر را ببینید)، اما به جای چند دقیقه‌ی قوس چند درجه را در آسمان می‌پوشانند و تراکم آن‌ها خیلی کمتر است. یکی از درخشان‌ترین، شناخته‌ترین و خاص‌ترینِ آن‌ها اجتماع ستاره‌ای آلفا-برساوش[2] است؛ مجموعه‌ای از ستاره‌ها که به‌صورت شعاعی دورتادور ستاره‌ی قدر۲ مِرفَق در صورت فلکی برساوش را فراگرفته‌اند و در آسمان شب‌های پاییزی و زمستانی دیده می‌شوند. این نما در شبی صاف با دوربین دوچشمی فوق‌العاده است!

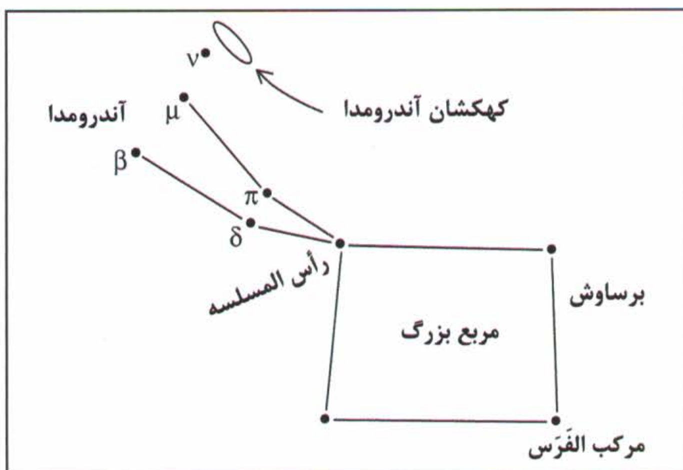
نوع دیگری از مجموعه‌های ستاره‌ای *صورت‌واره‌ها*[3] هستند. صورت‌واره‌ها الگوها و نقوشی متشکل از ستاره‌ها درون صورت‌های فلکی رسمی‌اند که در بیشتر موارد هیچ ارتباط فیزیکی با هم ندارند و فقط اتفاقی در کنار هم به شکلی خاص و واضح دیده می‌شوند. اما یکی از این صورت‌واره‌ها، شاید مشهورترینِ آن‌ها، معلوم شده که اجتماعی واقعی یا خوشه‌ی ستاره‌ای متحرکی در فضاست.

۱- stellar associations

۲- Alpha Persei Association

۳- asterisms

درباره‌ی ملاقهٔ بزرگ[1] صحبت می‌کنیم. (رصدگران تازه‌کار -و نیز برخی از کارکشته‌ها!- گاهی ملاقه را یک صورت فلکی می‌دانند. اما درواقع این شکل فقط بخشی از صورت‌فلکی دب‌اکبر[2] یا خرس بزرگ آسمان است. در پیوست ۲ می‌توانید فهرست کاملی از ۸۸ صورت فلکی رسمی را ببینید.) صـورت‌واره‌ی بـزرگ و مشخص دیگر مثلث تابستانی[3] است. این مثلث با سه ستاره‌ی درخشان آبی-سفیدِ نسر واقع در شلیاق[4]، رِدف در دجاجه[5]، و نسر طائر در عقاب[6] ساخته می‌شود. (خود دجاجه شامل صورت‌واره‌ی مشهور صلیب شمالی[7] است.) صورت‌واره‌های بسیار کوچک‌تری نیز وجود دارند که شاید جذاب‌ترین آن‌ها صورت‌واره‌ی چوب‌لباسی[8] در صورت فلکی روباهک[9] باشد. این مجموعه‌ی ستاره‌ای را همچنین به نام خوشه‌ی بروکّی[10]، به نام کاشفش، نیز می‌شناسند و نام رسمی آن Collinder ۳۹۹ است. این مجموعه شامل ۶ ستاره به شکل خطی مستقیم و چهار ستاره به شکلی منحنی‌وار، شبیه قلاب، بالای آن‌هاست. در دوربین دوچشمی این مجموعه درست شبیه چوب‌لباسی کوچکی است که برعکس به آسمان آویزان شده است!



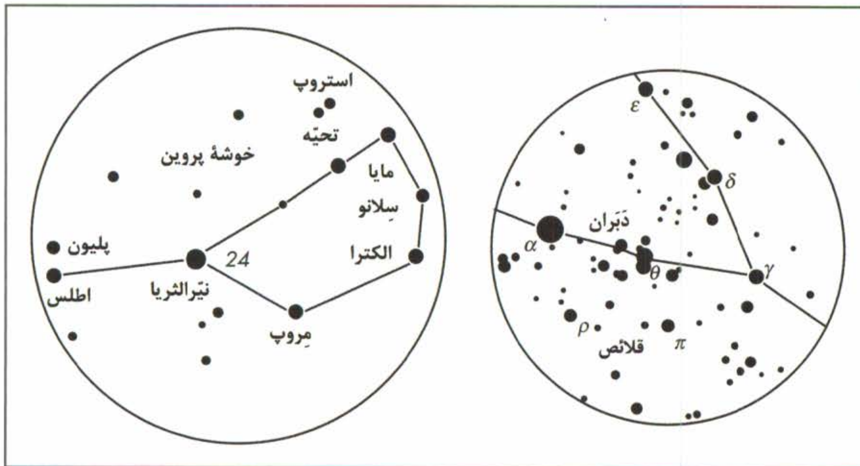
شکل ۱۱-۱

به کمک یکی از بزرگ‌ترین صورت‌واره‌های آسمان (مربع بزرگ اسب بالدار) جذاب‌ترین کهکشان آسمان (به‌جز راه شیری خودمان!) را بیابید؛ کهکشان آندرومدا (M۳۱). قطر مربع را از ستاره‌ی مرکب‌الفرس (آلفا-اسب بالدار) به سوی رأس‌المسلسله (آلفا-آندرومدا) بکشید و به همان اندازه امتداد دهید تا به نزدیکی کهکشان مارپیچی بزرگ برسید. در شبی تاریک و بی‌ماه می‌توانید آن را حتی با چشم برهنه ببینید اما نمای آن در دوربین دوچشمی و هر تلسکوپی خیره‌کننده و نفس‌گیر است.

۱- Big Dipper
۲- Ursa Major
۳- Summer Triangle
۴- Vega in Lyra
۵- Deneb in Cygnus
۶- Altair in Aquila
۷- Northern Cross
۸- Coathanger
۹- Vulpecula
۱۰- Brocchi

خوشه‌های ستاره‌ای

خوشه‌های باز[1]، نسبت به اجتماعات ستاره‌ای، اندازه‌ای فشرده‌تر و اعضایی بیشتر –از چند دوجین تا چند صد ستاره– دارند که همگی از نظر گرانشی به هم مرتبط‌اند و با هم در فضا حرکت می‌کنند. بیش از یک‌هزار خوشه‌ی باز می‌شناسیم که بیشترشان در نزدیکی صفحه‌ی راه شیری قرار دارند و بنابراین در آسمان شب‌های تابستانی و زمستانی، که نوار راه شیری در آسمان ارتفاعی مناسب دارد، می‌توان آن‌ها را پیدا کرد. برخی از درخشان‌ترین خوشه‌های باز آسمان را می‌توانید در فهرستی موسوم به *فهرست مسیه*[2] بیابید که اخترشناسی فرانسوی، شارل مسیه[3]، در اواخر دهه‌ی ۱۷۰۰ میلادی منتشر کرد و شامل ۱۰۹ جرم است که همه به نام‌های پسوند «M» و عددی پشت آن نام‌گذاری شده‌اند. بسیاری دیگر از این اجرام را می‌توانید در فهرست عمومی جدید *سحابی‌ها* و *خوشه‌های ستاره‌ای*[4] بیابید که در سال ۱۸۸۸ توسط اخترشناسی به نام دِرِیر[5] منتشر شد. بعد از این



شکل ۱۱-۲
دو درخشان‌ترین و جذاب‌ترین خوشه‌های ستاره‌ای آسمان که با چشم برهنه دیده می‌شوند؛ خوشه‌ی پروین (نمای سمت چپ با تلسکوپی میدان دید باز) و خوشه‌ی قلائص (نمای سمت راست با دوربین دوچشمی). جالب این‌که هر دو این جعبه‌جواهرات آسمانی نزدیک یکدیگر و در صورت فلکی ثور قرار دارند.

۱- open cluster
۲- *Messier Catalogue*
۳- Charles Messier
۴- *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars (NGC)*
۵- J.L.E. Dreyer

فهرست نیز *فهرست ایندکس*[1] منتشر شد. این فهرست‌ها با هم بیش از ۱۲ هزار جرم را طبقه‌بندی کرده‌اند! فهرستی جدیدتر و کوتاه‌تر از خوشه‌ها، سحابی‌ها، و کهکشان‌ها فهرست *کالدول*[2] است که آن را رصدگر و ترویج‌کننده‌ی نجوم بریتانیایی مشهور، سِر پاتریک (کالدوِل-)مور[3]، در سال ۱۹۹۵ منتشر کرد. این فهرست نیز مانند فهرست مسیه شامل ۱۰۹ جرم است اما، برخلاف آن، فهرست کالدوِل تمام آسمان را از قطب شمال تا جنوب سماوی در بر می‌گیرد.



شکل ۱۱-۳

تصویری از خوشه‌ی ستاره‌ای تابان پروین (M۴۵) که با تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک ۱۰۸ میلی‌متری عکاسی شده است. ستاره‌های داغ آبی-سفیدش همچون الماس‌هایی در برابر مخمل سیاه آسمان می‌درخشند. همان‌طور که اینجا هم می‌بینید اطراف ستاره‌ها را سحابی آبی‌رنگ رقیقی پوشانده است (به درخشان‌ترین بخش این ابرها سحابی تِمپِل یا NGC ۱۴۳۵ می‌گویند). این سحابی البته با تلسکوپی ۴ اینچی رصد و کشف شد، اما کلاً تشخیص آن زیاد ساده نیست، یک علتش این است که بازدم گرم خود رصدگر در شب‌های سرد زمستانی دور همه‌ی ستاره‌ها سحابی درست می‌کند! عکس از استیو پیترز

۱- *Index Catalogue (IC)*
۲- *Caldwell Catalogue*
۳- Sir Patrick (Caldwell-)Moore

ظاهر هیچ دو خوشه‌ی ستاره‌ای دقیقاً شبیه هم نیست. تنوع آن‌ها از جعبه‌های بزرگ جواهرات درخشان که چندین درجه در آسمان گسترده شده‌اند، مانند خوشه‌های معروف پروین [1] و قلائص [2] در ثور است (که به‌سبب اندازه‌ی ظاهری بزرگ‌شان بهترین نما را در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان دید باز دارند.) تا خوشه‌های زیبایی که کمتر از یک درجه گستردگی دارند، مانند خوشه‌ی اردک وحشی [3] (M۱۱) در صورت فلکی سِپَر [4] و خوشه‌ی M۳۵ در دوپیکر (که بهترین نما را در تلسکوپ‌های آماتوری متوسط دارند). و همان‌طور که از ستاره‌های دوتایی صحبت کردیم، خوشه‌های دوتایی هم داریم ازجمله خوشه‌ی دوتایی [5] (NGC ۸۸۴ و NGC ۸۶۹) که مجموعه‌ی دوقلوی بی‌نظیری از ستاره‌های رنگی در برساوش هستند. نمای بصری این جواهرات آسمانی همواره شما را به وجد می‌آورد.



شکل ۱۱-۴

نمایی از خوشه‌ی باز پُرستاره‌ی M۳۷ در صورت فلکی دلو آن‌طور که در دوربین‌های دوچشمی قوی و تلسکوپ‌های کوچک دیده می‌شود. این مجموعه‌ی دوست‌داشتنی بهترین نمونه از میان سه جرم مسیه‌ی این صورت فلکی است (دو جرم دیگر M۳۶ و M۳۸ هستند) که همه هم در آسمان واقعاً نزدیک هم قرار دارند. این تصویر با عدسی تله ۳۰۰ میلی‌متر f/۲/۸ گرفته شده است. عکس از استیو پیترز

۱- Pleiades
۲- Hyades
۳- Wild Duck Cluster
۴- Scutum
۵- Double Cluster



شکل ۱۱-۵
خوشه‌ی خارق‌العاده‌ی دوتایی یا دوقلو (NGC ۸۶۹ و NGC ۸۸۴) در برساوش که با عدسی تله ۳۰۰ میلی‌متری f/۲/۸ عکاسی شده است. این جفت خوشه‌ی ستاره‌ای، که حتی با دوربینی دوچشمی هم نمایی زیبا دارد، در تلسکوپ‌های کوچک نمایی خارق‌العاده دارد. در تلسکوپ‌های بزرگ‌تر جواهرات رنگارنگ بسیاری در میان الماس‌های اصلی آبی-سفید نمایان می‌شود. جالب این‌که ظاهراً این دو خوشه از نظر فیزیکی (گرانشی) هم با یکدیگر در ارتباط‌اند. آن‌ها در فواصل ۷۲۰۰ و ۷۵۰۰ سال نوری از ما قرار گرفته‌اند و به‌آرامی به دور هم می‌گردند! عکس از استیو پیترز

همچنین موارد اعجاب‌آوری نیز هستند؛ ازجمله سحابی سیاره‌نمای کوچک حلقه‌مانند ۲۴۳۸ NGC در جلو خوشه‌ی M۴۶ در صورت فلکی کشتی‌دُم[1]، یا خوشه‌ی دوردست NGC ۲۱۵۸ که در حاشیه‌ی خوشه‌ی M۳۵ با فروغ کمی می‌درخشد، یا سحابی کم‌فروغ و ظریفی که ستاره‌های خوشه‌ی پروین را در بر گرفته است. نکته‌ی لذت‌بخش دیگر ستاره‌های قرمز و نارنجی در نزدیکی

۱- Puppis

مرکز خوشه‌های باز است که معمولاً ستاره‌های‌شان داغ و آبی-سفیدند. این‌ها ستاره‌های سردی‌اند که در مراحل تکاملی خود از رشته‌ی اصلی گذشته و به مرحله‌ی غول سرخی رسیده‌اند. همه‌ی این‌ها را رصدگری مشتاق می‌بیند که در شبی صاف و تاریک از تلسکوپی ۳ یا ۴ اینچی استفاده می‌کند.

تمرکز بیشتر ستاره‌ها را در *خوشه‌های کروی*[۱] می‌بینیم. این کندوهای آسمانی تا یک میلیون ستاره را در بر می‌گیرند. از میان حدود ۱۵۰ خوشه‌ی کروی شناخته‌شده بیشترشان در هاله‌ی وسیع کهکشان در نواحی خارجی آن اقامت دارند که جهت مرکزش به سوی صورت فلکی قوس[۲] است. مانند خوشه‌های باز، بیشتر خوشه‌های کروی درخشان را نیز می‌توانید در فهرست مسیه بیابید، ازجمله خوشه‌ی جاثی (M۱۳). این توپ خارق‌العاده‌ی پُرستاره را در شبی تاریک می‌توانید با چشم برهنه نیز ببینید و در دوربین دوچشمی ۵۰×۱۰ همچون ستاره‌ای مه‌آلود دیده می‌شود.



شکل ۱۱-۶
خوشه‌ی ستاره‌ای کروی خارق‌العاده‌ی M۱۳ در جاثی که بیشتر به نام خوشه‌ی جاثی معروف است. این تصویر با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتریک ۱۱ اینچی گرفته شده است. نور این خوشه‌ی زیبا برای رسیدن به ما ۲۴ هزار سال در راه بوده است. این خوشه از درون دوربین دوچشمی مانند یک توپ کاموایی به نظر می‌رسد اما در تلسکوپی ۳ یا ۴ اینچی لبه‌هایش تفکیک می‌شوند و با تلسکوپی ۶ یا ۸ اینچی می‌توان ستاره‌ها را تا اعماق مرکز خوشه تشخیص داد. نمای این خوشه و اجرام مشابه آن از درون تلسکوپ‌های آماتوری بزرگ نفس‌گیر است. عکس از دنیس دی چیکو

۱- Globular Clusters
۲- Sagittarius

تلسکوپی ۳ اینچی با بزرگنمایی ۴۵ برابر توپی را نشان می‌دهد که سطحی ناهموار دارد، درحالی‌که تلسکوپی ۶ اینچی با بزرگنمایی ۱۵۰ برابر می‌تواند ستاره‌ها را در آن تفکیک کند. نمای این خوشه با تلسکوپ‌های ۱۲ اینچی به بالا واقعاً نفس‌گیر است؛ در این ابزارها تمام ستاره‌ها تا مرکز خوشه تفکیک می‌شوند. رصدگری باذوق دیدن این نما را به رانندگی در میان بورانِ برف تشبیه کرده بود!

سه گوی جواهرنشان دیگر از فهرست مسیه که نباید فراموش شوند عبارت‌اند از، M۴ در عقرب[۱]، M۲۲ در قوس، و M۵ در مار (حَـیّه[۲]) که همه هم با M۱۳ قابل‌مقایسه‌اند. درخشان‌ترین (با قدر ۴، آن‌قدر درخشان است که به‌راحتی با چشم برهنه دیده می‌شود و حتی با حروف یونانی نام‌گذاری شده که مخصوص ستاره‌هاست)، بزرگ‌ترین (اندازه‌ی ظاهری بزرگ‌تر از قرص ماه)، و خارق‌العاده‌ترین خوشه‌ی کروی آسمان بی‌شک اُمگا-قِنطورس[۳] (NGC ۵۱۳۹) است. متأسفانه، برای ما ساکنان نیم‌کره‌ی شمالی زمین، این غول چند میلیون ستاره‌ای در نیم‌کره‌ی جنوبی آسمان قرار دارد و در آسمان‌های آن سوی کره‌ی زمین نمایی شگفت‌انگیز است. خوشه‌ی دیگری در نیم‌کره‌ی جنوبی، که با چشم برهنه دیده می‌شوند، خوشه‌ی ۴۷-توکان[۴] (NGC ۱۰۴) است. این خوشه حتی در کوچک‌ترین تلسکوپ‌ها نمایی خارق‌العاده دارد. دیدن خوشه‌های باز و کروی، هر دو، به آسمانی شفاف و پایدار نیاز دارد. (در اینجا باید اشاره کنم که در شب‌هایی که به‌سبب وجود غبار، مه، یا نور مهتاب نمی‌توانید سحابی‌ها و کهکشان‌ها را به‌خوبی رصد کنید باز هم می‌توانید به سراغ خوشه‌ها بروید و این به‌سبب ماهیت ستاره‌ای آن‌هاست.)

وقتی به اعماق دل یکی از این خوشه‌های بزرگ سفر می‌کنید، ذهن‌تان متوجه موجوداتی می‌شود که شاید روی سیاره‌ای در اطراف یکی از ستاره‌های آن خوشه زندگی کنند. ظاهر آسمان شب آن‌ها باید خیلی هیجان‌انگیز باشد. تخمین‌ها نشان می‌دهند که تعداد بی‌شماری ستاره با درخشندگی‌های متنوع از قدر سیاره‌ی زهره تا ماه در آسمان آن‌ها می‌درخشند و شاید اصلاً شبی نداشته باشند! همین موضوع دستمایه‌ی نویسنده‌ی داستان‌های علمی‌تخیلی، ایزاک آسیموف[۵]، برای نوشتن داستان *شبانگاه*[۶] شد که در آن موجوداتی هوشمند روی سیاره‌ای زندگی می‌کنند که چندین خورشید دارد و هر ۲۰۰۰ سال یک‌بار در آنجا شب می‌شود. و وقتی شب می‌شود میلیون‌ها ستاره در آسمان خودنمایی می‌کند. به قول نویسنده‌ی دیگر، چِت رایمو[۷]، رصد اجرام آسمانی «۵۰ درصد تماشا و ۵۰ درصد تخیل» است؛ توصیه‌ی خوبی است برای رصد چنین اجرام شگفت‌آوری. فقط کافی است خودتان را در میان همه‌ی این ستاره‌ها تصور کنید!

۱- Scorpius
۲- Serpens
۳- ω Centauri
۴- 47 Tucanae
۵- Isaac Asimov
۶- **یا** «Nightfall». این داستان با ترجمه‌ی آقای حسن اصغری از سوی انتشارات شقایق در سال ۱۳۷۴ در ایران به چاپ رسیده است- مترجم.
۷- Chet Raymo

سحابی‌ها

رصدگران می‌توانند پنج نوع سحابی یا ابری گاز و غبار در کهکشان‌مان بیابند که از این میان چهار نوع درخشان و یک نوع غیردرخشان یا تاریک‌اند. نخست می‌پردازیم به *سحابی نشری*[۱] که محل تولد ستاره‌ها به حساب می‌آیند. این ابرهای نازک و درخشان از گاز هیدروژن بازوهای مارپیچی کهکشان ما را آکنده‌اند و بر صفحه‌ی کهکشان یا نزدیک به آن قرار دارند. از میان صدها سحابی فهرست‌شده، شناخته‌ترین و جذاب‌ترینِ آن‌ها برای رصدگران نیم‌کره‌ی شمالی آسمان سحابی جبار[۲] (M۴۳/M۴۲) در آسمان زمستان است. این توده‌ی عظیم و درخشان و مایل به سبز بیش از یک درجه در آسمان گسترده شده است و به شکل ستاره‌ای مِه‌آلود از قدر ۴ در میان شمشیر شکارچی دیده می‌شود و درواقع نگین آن است. نمای این سحابی حتی در دوربین دوچشمی هم جذاب است و هرچه گشودگی دهانه‌ی ابزار بیشتر می‌شود جذابیت‌های رصدی آن هم بیشتر می‌شود. در مرکز این سحابی منظومه‌ی ستاره‌ای چندتایی ذوزنقه قرار دارد که حتی با تلسکوپی ۲ اینچی با بزرگنمایی ۲۵ برابر تفکیک می‌شود و نیز درخشان‌ترین اعضای خوشه‌ای در حال شکل‌گیری نیز دیده می‌شوند. سه سحابی مهم دیگر عبارت‌اند از، سحابی مرداب[۳] (M۸) به همراه خوشه‌ی ستاره‌ای درون آن ۶۵۳۰ NGC، سحابی سه‌تکّه[۴] (M۲۰)، و سحابی نعل اسبی/اُمگا/قو[۵] (M۱۷) که همگی در نزدیک هم در صورت فلکی قوس قرار دارند. رصدگران نیم‌کره‌ی جنوبی نیز سحابی خارق‌العاده‌ی رتیل[۶] (۲۰۷۰ NGC) را دارند که درون ابر بزرگ ماژلان[۷] در صورت فلکی ماهی‌طلایی[۸] قرار دارد. باوجودی که این سحابی درواقع در کهکشانی دیگر و در فاصله‌ی ۱۷ هزار سال نوری از ما قرار دارد به‌راحتی با چشم برهنه دیده می‌شود و در دوربین دوچشمی نمایی تأثیرگذار دارد. نمای این سحابی حتی در تلسکوپی کوچک نفس‌گیر است. اگر این سحابی به اندازه‌ی سحابی جبار به ما نزدیک بود، بیش از ۳۰ درجه را در آسمان می‌پوشاند و روشنایی مجموع آن سه برابر سیاره‌ی زهره می‌شد!

دومین و متفاوت‌ترین نوع سحابی‌ها از نظر شکل ظاهری سحابی *سیاره‌نما*[۹] است. درحالی‌که بیشترِ ۱۵۰۰ سحابی سیاره‌نمایِ شناخته‌شده در نزدیکی نوار راه شیری یا درون آن قرار دارند، ممکن است هر جای آسمان پراکنده باشند. این سحابی‌ها نسبت به سحابی‌های نشری سر دیگر طیف تحول ستاره‌ها را نشان می‌دهند. این گوی‌ها و حلقه‌ها و پوسته‌های گازی جذاب و معمولاً عجیب‌وغریب از پرتاب لایه‌های بیرونی جوّ ستاره‌های در حال مرگ شکل می‌گیرند. این نام را سِر ویلیام هرشل ابداع کرد؛ زیرا طی جست‌وجوی معروفش در آسمان، پس از کشف سیاره‌ی اورانوس، تعدادی از این سحابی‌ها را یافته بود که بسیار شبیه اورانوس بودند؛ قرص‌های کوچک و گرد به

۱- diffuse or emission nebula
۲- Orion Nebula
۳- Lagoon Nebula
۴- Trifid Nebula
۵- Horseshoe/Omega/Swan Nebula
۶- Tarantula Nebula
۷- Large Magellanic Cloud
۸- Dorado
۹- planetary nebula



شکل ۱۱-۷
سحابی جبار (M۴۳/M۴۲) را بسیاری از رصدگران زیباترین سحابی نشری آسمان و نیز باشکوه‌ترین جرم ژرفای آسمان در کل می‌دانند. همین‌طور که به این سحابی خیره‌اید بدانید که ستاره‌های جدیدی در این زایشگاه عظیم کیهانی متولد می‌شوند! منظومه‌ی چندتایی ستاره‌های ذوزنقه در دل این سحابی قرار دارد (تصویرش در این نما از شدت نوردهی دیده نمی‌شود) و موجب بیشترِ درخشش سحابی است. این سحابی با چشم برهنه و دوربین‌های دوچشمی همچون «ستاره‌ای» مه‌آلود در قلب شمشیر شکارچی دیده می‌شود اما نمای آن در تلسکوپ خیره‌کننده است. فیلم عکاسی این سحابی را به رنگ‌های قرمز، صورتی، و آبی می‌بیند، درحالی که با چشم می‌توانید ته‌رنگی زمردی-فیروزه‌ای در آن ببینید؛ گویی ستاره‌ها الماس‌هایی درخشان بر مخمل سبزند. M۴۳ سحابی کوچک‌تر درست بالا و چسبیده به M۴۲ است. این تصویر با تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک ۱۰۸ میلی‌متری گرفته شده است. عکس از استیو پیترز



شکل ۱۱-۸
دوتا دیگر از زیباترین سحابی‌های آسمان؛ سحابی بزرگ و درخشان مرداب (M۸) در پایین و سحابی کوچک‌تر سه‌تکّه (M۲۰) در بالا که با تلسکوپ بازتابی نیوتنی ۸ اینچی عکاسی شده است. این دو سحابی فقط ۹۰ دقیقه‌ی قوس (۱/۵ درجه) از هم فاصله دارند و هر دو در صورت فلکی قوس قرار گرفته‌اند و هر دو با هم در میدان دید تلسکوپ‌های RFT جا می‌گیرند. به خوشه‌ی ستاره‌ای باز NGC ۶۵۳۰ که درون سحابی مرداب است توجه کنید، ستاره‌های این خوشه از این سحابی متولد شده‌اند. مانند سحابی جبار، این سحابی هم در فیلم عکاسی به رنگ قرمز ثبت می‌شود اما کلاً ردّی از هر رنگی در این سحابی‌ها (به‌ویژه سحابی کم‌نورتر سه‌تکه) دیده می‌شود به‌جز با تلسکوپ‌های بزرگ آماتوری. عکس از استیو پیترز



شکل ۱۱-۹

این تصویر بدیع از سحابی دمبل (M۲۷) در صورت فلکی روباهک با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتریک ۱۱ اینچی گرفته شده است. این سحابی را، که اغلب آسان‌ترین سحابی سیاره‌نما برای رصد دانسته می‌شود، می‌توان حتی در جوینده‌ی تلسکوپ و در دوربین‌های دوچشمی پیدا کرد و نمای آن حتی در کوچک‌ترین تلسکوپ‌ها هم جذاب است. در تلسکوپ‌های متوسط آماتوری نمای آن همچون بالش پُف‌آلودی است شناور در میان ستارگان راه شیری تابستان. عکس از دنیس دی چیکو

رنگ آبی-سبز با درخشندگی سطحی بالا آن‌طور که در چشمی تلسکوپ‌های دست‌ساز آینه‌فلزی او دیده می‌شدند. (همین درخشندگی سطحی بـالای سیاره‌نماها در مقایسه با دیگر سحابی‌هاست که اجازه می‌دهد آن‌ها را در شب‌های مهتابی یا غبارآلود یا در آسمانی با آلودگی نوری هم بتوان رصد کرد) نخستین کشف هرشل سحابی زحل[۱] (NGC ۷۰۰۹) در صورت فلکی دَلو یا آبریز[۲] بود که به دنبال آن چندین کشف دیگر انجام داد.

اما مهم‌ترین و معروف‌ترین سحابی‌های سیاره‌نما دو سحابی از فهرست مسیه است: سحابی حلقه[۳] (M۵۷) در شلیاق و سحابی دَمبِل[۴] (M۲۷) در روباهک. دومی آن‌قدر بزرگ و درخشان است که با دوربینی ۵۰×۷ نیز دیده می‌شود.

۱- Saturn Nebula
۲- Aquarius
۳- Ring Nebula
۴- Dumbbell Nebula



شکل ۱۱-۱۰
سحابی خارق‌العاده‌ی هلیکس (NGC ۷۲۹۳) در دلو که با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتریک ۱۱ اینچی عکاسی شده است. این سحابی سیاره‌نمای عظیم بقایای مرگ باشکوه ستاره‌ای پیر بوده که لایه‌های بیرونی‌اش را به فضا پرتاب کرده است. این سحابی، برخلاف همتای مشهورش سحابی حلقه در شلیاق (M۵۷؛ شاید مشهورترین سحابی سیاره‌نمای آسمان)، اصلاً جرم راحتی برای رصد در نور مرئی نیست. هرچند که این سحابی بالاترین قدر مجموع ظاهری را در نوع خود دارد (از قدر ۶/۵)، اندازه‌ی زاویه‌ای عظیم آن (نصف قرص ماه) منجر به «روشنایی سطحی» بسیار کم آن شده است. بهترین نمای این سحابی در تلسکوپ‌های میدان باز (RFT) است، اما در شبی تاریک و شفاف می‌توانید با دوربین دوچشمی هم آن را بیابید. عکس از استیو پیترز

از دیگر سحابی‌های جذاب می‌توان به سحابی روح مشتری[۱] (NGC ۳۲۴۲) در صورت فلکی شجاع یا مار آبی[۲]، هشت‌فوران[۳] (NGC ۳۱۳۲) در بادبان[۴]، اسکیمو/صورت دلقک[۵] (NGC ۲۳۹۲) در دوپیکر، و چشم گربه/حلزون[۶] (NGC ۶۵۴۳) در اژدها[۷] اشاره کرد. این سحابی‌ها همه در دیدرَس تلسکوپ‌های ۲ تا ۳ اینچی هستند و نماهایی خارق‌العاده در تلسکوپ‌های ۶ اینچی و بزرگ‌تر ارایه می‌کنند.

۱- Jupiter's Ghost
۲- Hydra
۳- Eight-Burst Nebula
۴- Vela
۵- Eskimo/Clownface Nebula
۶- Cat's Eye/Snail Nebula
۷- Draco



شکل ۱۱-۱۱
سحابی خرچنگ (M1) در ثور، بقایای قابل دید از فوران عظیم ابرنواختری سال ۱۰۵۴ میلادی، به همراه ستاره‌ی نوترونی/تپ‌اختر سریع‌چرخشی در مرکزش. در تلسکوپی ۳ اینچی به‌راحتی همچون بیضی کم‌فروغی دیده می‌شود اما ساختار خال‌دارش در تلسکوپ‌های متوسط آماتوری دیده می‌شود. اما برای دیدن رشته‌رشته‌ها و لبه‌های ریش‌ریش آن که در این تصویر، که با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتریک ۸ اینچی عکاسی شده، می‌بینید به تلسکوپ‌های آماتوری بزرگ‌تری نیاز است. به ستاره‌ای که درست در بالای مرکز سحابی قرار دارد توجه کنید. این درواقع یک جفت ستاره است (که در این مقیاس تفکیک نمی‌شود) که یکی از مؤلفه‌هایش هسته‌ی رُمبیده‌ی ستاره‌ای است که ابرنواختر شده است. این ستاره‌ی نوترونی با سرعت ۳۳ بار در ثانیه به دور خودش می‌چرخد! سحابی M1 جرمی بود که شارل مسیه را بر آن داشت تا فهرست مشهورش از اجرام غیرستاره‌ای را تدوین کند. عکس از مایک اینگلیس

سومین دسته سحابی‌های *بازتابی*[۱] هستند. آن‌ها عموماً تابش‌های بسیار کم‌فروغ‌اند که در اطراف ستاره‌ها دیده می‌شوند و به‌سبب بازتاب نور ستاره‌ها از غبار (و گاز کمتر گسترده) دورتادور ستاره‌ها دیده می‌شوند. یکی از مشهورترینِ آن‌ها سحابی معبد[۲] (NGC ۱۴۳۵) است؛ تابش ضعیف قطره‌-شکلی اطراف ستاره‌ی مِروپ[۳] در خوشه‌ی ستاره‌ای پروین. هرچند این سحابی با یک تلسکوپ شکستی ۴ اینچی کشف شد دیدنش کار ساده‌ای نیست. بخشی از مشکل این است که این جرم

۱- reflection nebulae
۲- Temple's Nebula
۳- Merope



شکل۱۱-۱۲
سحابی مشهور و اغلب عکاسی‌شده‌ی سر اسب (بارنارد ۴۳۴٫۳۳ IC) در جبار. هرچند نمای این سحابی در عکاسی خارق‌العاده است (مانند این عکس که با تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک ۱۰۸ میلی‌متری تهیه شده) یکی از دشوارترین اجرام غیرستاره‌ای برای رصد محسوب می‌شود و برای دیدن فقط نمایی از آن به آسمانی تاریک و شفاف، چشمی که خوب به تاریکی عادت کرده باشد، و نگاه چپ‌چپ احتیاج است. رصدگران باتجربه آن را با تلسکوپ‌های ۵ یا ۶ اینچی یافته‌اند و گزارش کرده‌اند که فیلتر سحابی وضوح سر کوچک و تیره‌ی اسب را در برابر زمینه‌ی سحابی بالا می‌برد. پُرنورترین ستاره‌ای که در این تصویر می‌بینید نِطاق (زتا-جبار) در کمربند جبار است و پایین-چپ آن سحابی عظیم شعله (NGC ۲۰۲۴) قرار دارد که نسبت به سحابی سر اسب جرم آسان‌تری برای رصد تلسکوپی است. عکس از استیو پیترز

از اجرام آسمان زمستان است و در زمستان بازدم گرم رصدگر روی عدسی چشمی تلسکوپ مِهی ایجاد می‌کند که در اطرف همه‌ی ستاره‌ها هاله می‌اندازد! البته در شب‌های مرطوب تابستانی هم معمولاً چشمی مِه‌آلود و همین اثر باز هم ایجاد می‌شود. به همین سبب است که به نظر بسیاری از رصدگران (ازجمله خود من) پاییز، با رطوبت کم و دمای معتدلش، بهترین فصل سال برای رصد است. سحابی بازتابی دیگر سحابی سرِ جادوگر[1] (IC ۲۱۱۸) در صورت فلکی نهر[2] درست در غرب ستاره‌ی درخشان رجل‌الجبار است. این ستاره در جبار قرار دارد اما منبع درخشش این سحابی است.

۱- Witch's Head Nebula
۲- Eridanus

دیدن این سحابی، که قطر بزرگش بیش از دو درجه گسترده است، به میدان دیدی باز و شبی بسیار شفاف نیاز دارد. این اجرام از نظر رصدی زیاد تعریفی ندارند و نمی‌توانید هیچ‌یک از آن‌ها را در فهرست اجرام اعماق آسمان محبوب رصدگری بیابید!

چهارمین دسته از سحابی‌های مرئی *بازمانده‌های ابرنواختری*[1] هستند. آن‌ها بقایای انفجارهای ابرنواختری در کهکشان خودمان، و بسیار نادرند و فقط چندتایی از آن‌ها را می‌توان با تلسکوپ‌های آماتوری دید. بی‌شک معروف‌ترین و راحت‌ترینِ آن‌ها برای رصد سحابی خرچنگ (M۱) در ثور است. این سحابی، که در ابتدا در دسته‌ی سحابی سیاره‌نما طبقه‌بندی شده بود، درواقع بقایای در حال انبساط انفجاری است که در سال ۱۰۵۴ میلادی رخ داد. این سحابی را می‌توانید با یک دوربین ۵۰×۱۰ بیابید و از درون تلسکوپی ۲ اینچی تابش مه‌آلودش را تماشا کنید و البته با افزایش قطر دهانه‌ی تلسکوپ نما هم جذاب‌تر خواهد شد. با تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی بزرگ می‌توانید لبه‌های رشته‌رشته‌ی سحابی و نیز ستاره‌ی نوترونی/تَپ‌اَختر سریع‌چرخان (۳۳ بار در ثانیه!) مرکزی آن را تشخیص دهید. همان‌طور که هر رصدگر اجرام اعماق آسمانی می‌داند، این جرمی بود که شکارچی دنباله‌دارها، شارل مسیه، را ترغیب کرد که فهرست اجرام «دنباله‌دارنما» را تکمیل کند. امروز کمتر کسی دنباله‌دارهای مسیه را می‌شناسد اما نام او به‌سبب تکمیل فهرست «مزاحمان» -آن‌طور که خودش می‌گفت- در تاریخ نجوم جاودانه شد.

دیگر سحابیِ بازمانده‌ی ابرنواختری، سحابی پرده/رشته‌ای/سیروس[2] (NGC ۶۹۶۰/۶۹۹۲-۵) در دجاجه است. اینِ سحابی شبیه دو نیمه‌ی حلقه‌ای بزرگ (درواقع حبابی شکسته) است که هرکدام طولی معادل یک درجه دارند و حدود ۳ درجه در آسمان گسترده شده‌اند. برای دیدن کلّ این سحابی به تلسکوپ‌های میدان دید باز یا دوربین‌های دوچشمی قوی نیاز دارید، اما هرکدام از دو نیمه در میدان دید چشمی زاویه‌باز و کم‌قدرت در تلسکوپی معمولی جا می‌گیرد. همچنین برای دیدن آن باید شب تاریکی را انتخاب کنید، چراکه این سحابی بسیار کم‌فروغ است و درخشندگی سطحی کمی دارد.

اینجا فرصت خوبی است که به *فیلترهای آلودگی نوری و سحابی*[3] اشاره کنم که رصدگدان روزبه‌روز بیشتر از آن‌ها استفاده می‌کنند تا با روشنایی آسمان مبارزه کنند و نمای سحابی‌ها را بهبود بخشند. در این فیلترها با جدا کردن خطوط طیفی خاص، که این سحابی‌ها در آن‌ها می‌درخشند، روشنایی آسمان حذف و سحابی درخشان‌تر از نمای بی‌فیلتر می‌شود. سحابی پرده هدفی عالی است که یکی از این ابزارها را برای رصدش امتحان کنید و آن را از یک شگفتی حاشیه‌ای به نمونه‌ای در میان اجرام ژرفای آسمان تبدیل کنید. (توجه داشته باشید که فیلترهای سحابی درواقع خود ستاره‌ها را، که در طول‌موج‌های سحابی‌ها نمی‌درخشند، کم‌فروغ می‌کنند؛ پس اجرامی که تعداد زیادی ستاره دارند، ازجمله خوشه‌ها و کهکشان‌ها، با این فیلترها کم‌نورتر به نظر می‌رسند.)

۱- supernova remnants
۲- Veil/Filamentary/Cirrus Nebula
۳- light-pollution and nebula filters

نوع پنجم سحابی‌ها نوری از خود گسیل نمی‌کنند بلکه جلو نور اجرام پشت سرشان را هم می‌گیرند. آن‌ها *سحابی‌های تاریک*[۱] نام دارند. از میان هزاران سحابی تاریک فهرست‌شده، مهم‌ترین‌های آن‌ها را سال‌ها پیش رصدگر افسانه‌ای، ادوارد اِمِرسون بارنارد[۲]، کشف کرد که علام‌تشان نیز «B» است. بزرگ‌ترین و آشکارترینِ آن‌ها ابرهای عظیم و تیره‌ای‌اند که در لابه‌لای بازوی مارپیچی کهکشان ما دیده می‌شوند. آن‌ها را می‌توان در شب‌های تاریک بی‌مهتاب در جای‌جای نوار راه شیری به‌صورت فضاهای تاریک و بی‌ستاره دید. یکی از شگفت‌آورترین آن‌ها شکاف بزرگ[۳] است که در محدوده‌ی صورت فلکی دجاجه گویی کهکشان را به دو نیم کرده است. سحابی‌های تاریک کوچک‌تری نیز وجود دارند؛ مانند سحابی لوله[۴] (۷۸ و ۶۷، ۶۶، ۶۵، ۵۹ B) به طول ۷ درجه و سحابی S-شکل بارنارد[۵] (۷۲ B) به طول ۳۰ دقیقه‌ی قوس که هر دو هم در صورت فلکی مارافسای[۶] قرار دارند. دیدن این اجرام بزرگ بی‌شک به میدان دید بازی نیاز دارد و نمای آن‌ها در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان باز بسیار دیدنی است. اما در میان سحابی‌های تاریک هم اجرام کوچکی یافت می‌شوند؛ گوی‌های ریز نقطه‌مانند (که واقعاً پیش‌ستاره‌های فشرده‌ی غیرنورانی‌اند) که در زمینه‌ی بسیاری از سحابی‌های درخشان پیدا می‌شوند و برای دیدن‌شان به تلسکوپ‌های بزرگ رصدخانه‌ای نیاز است.

واضح‌ترین سحابی تاریک برای چشم برهنه کیسه‌ی ذغال[۷] مشهور در صورت فلکی نیم‌کره‌ی جنوبی آسمان، صلیب جنوبی[۸]، است. این روزنه‌ی عظیم سیاه در آسمان، به قطر ۷ در ۵ درجه، به‌راحتی قابل تشخیص است. جالب این‌که این سحابی اتفاقاً در کنار یکی از درخشان‌ترین و خارق‌العاده‌ترین مجموعه‌های ستاره‌ای در کلّ آسمان -خوشه‌ی درخشان جعبه‌ی جواهر[۹] (۴۷۵۵ NGC)- قرار گرفته است. اما مشهورترین سحابی تاریک آسمان، که بیشترین تصاویر هم از آن گرفته شده است، با چشم برهنه دیده نمی‌شود! و آن سحابی سر اسب[۱۰] (۳۳ B) در جبار است؛ ناحیه‌ای کوچک و تیره به طول ۵ دقیقه‌ی قوس که در برابر زمینه‌ی کم‌فروغ سحابی نشری ۴۳۴ IC دیده می‌شود که در جنوب ستاره‌ی نِطاق (کسی-جبار)[۱۱] در کمربند شکارچی قرار دارد. از نظر بصری این یکی از چالش‌برانگیزترین اجرام از نوع خود در کلّ آسمان است. هرچند این جرم در تلسکوپ‌هایی به کوچکی ۵ اینچ هم دیده شده (و حتی گزارش رصدش با دوربین‌های ۷۰×۱۰ هم وجود دارد) اگر مایل‌اید آن را رصد کنید به تلسکوپی دست‌کم ۸ اینچی، فیلتر سحابی (برای تقویت سحابی نشری و درنتیجه افزایش تضادّ میان آن و سحابی سر اسب)، شبی تاریک و شفاف، و چشمی نیاز دارید که کاملاً به تاریکی عادت کرده باشد. هرچند این سحابی محبوب‌ترین سحابی تاریک برای همه است، این را نیز -مانند سحابی‌های بازتابی- معمولاً در فهرست اجرام محبوب رصدگران

۱- dark nebulae
۲- Edward Emerson Barnard
۳- Great Rift
۴- Pipe Nebula
۵- Barnard's S-Nebula
۶- Ophiuchus
۷- Coal Sack
۸- Crux
۹- Jewel Box Cluster
۱۰- Horsehead Nebula
۱۱- Alnitak (ξ Orionis)

نمی‌یابید. درواقع، در تعداد اندکی از فهرست‌هایی که نویسنده از گوشه‌وکنار و از زمان‌های گوناگون جمع کرده چنین اجرامی به چشم می‌خورد. و علتش هم واضح است!

کهکشان‌ها و اختروَش‌ها

حالا به کهکشان‌های[۱] دوردست می‌رسیم. این شهرهای عظیم و چرخان ستاره‌ای، که شاید شامل نیم تریلیون ستاره باشند، در آسمان اجرامی‌اند از بزرگ و درخشان و قابل رصد با چشم برهنه تا لکه‌های بسیار کم‌فروغ نور در محدوده‌ی دید بزرگ‌ترین تلسکوپ‌های جهان. صدها میلیارد کهکشان در عالم رصدپذیر وجود دارند که ده‌ها هزار عددشان در محدوده‌ی دید تلسکوپ‌های آماتوری قرار دارند. تعداد کهکشان‌هایی که در نزدیکی صفحه‌ی کهکشان خودمان می‌بینیم نسبتاً کم است زیرا ابرهای غبار و ستاره جلو دید ما را می‌گیرند. در همین حال تعداد آن‌ها در دیگر نواحی آسمان، دور از صفحه‌ی کهکشان، زیاد است؛ به‌ویژه نزدیک قطب‌های کهکشان که در آن راستا درواقع بدون مانع به بیرون کهکشان و اعماق فضا نگاه می‌کنیم. در میان کهکشان‌هایی که بدون کمک ابزارهای اپتیکی دیده می‌شوند (به‌جز خود راه شیری که جلوتر شرح داده شده، کهکشان مارپیچی بزرگ در آندرومدا –یا به نام رسمی‌اش، کهکشان آندرومدا[۲] (M۳۱)– بی‌شک در نیم‌کره‌ی شمالی آسمان بی‌رقیب است. این کهکشان در شبی تاریک به‌صورت لکه‌ای کشیده و مه‌آلود درست در شمال غربی ستاره‌ی نو–آندرومدا[۳] دیده می‌شود. همچنین به‌راحتی می‌توانید آن را با کشیدن خطی از ستاره‌ی گوشه‌ی پایین‌راست مربع بزرگ اسب بالدار[۴] (صورت‌واره‌ای دیگر!) به ستاره‌ی گوشه‌ی بالاچپ و امتداد خط به اندازه‌ی طول خودش بیابید. اگر آن را با دوربین دوچشمی نگاه کنید درمی‌یابید که تا ۵ درجه (یا قطر ۱۰ ماه کامل!) در آسمان کشیده شده است و هسته‌ی ستاره‌مانند آن، برآمدگی مرکزی هسته و صفحه‌ی آن، نوارهای غبارآلود و بازوهای مارپیچی آن همه با تلسکوپی آماتوری دیده می‌شود. به یاد داشته باشید این کهکشان را از فاصله‌ی ۲,۴۰۰,۰۰۰ سال نوری در فضا می‌نگرید. یکی دیگر از کهکشان‌های قابل رصد با چشم برهنه کهکشان مثلث[۵] (M۳۳) در صورت فلکی مثلث است. اندازه‌ی ظاهری آن از قرص کامل ماه بزرگ‌تر است و در دوربین دوچشمی به‌خوبی تشخیص داده می‌شود و نمای تلسکوپی آن، باوجود روشنایی سطحی کم آن در مقایسه با همسایه‌ی مشهورش، بی‌مانند است.

رصدگران نیم‌کره‌ی جنوبی دو کهکشان زیبا و واضح برای چشم برهنه در اختیار دارند. این دو کهکشان، ابر بزرگ ماژلان[۶] در مرز دو صورت فلکی ماهی‌طلایی و کوه‌میز[۷] و ابر کوچک ماژلان[۸]

۱- Galaxies
۲- Andromeda Galaxy
۳- ν Andromeda
۴- Great Square of Pegasus
۵- Triangulum Galaxy
۶- Large Magellanic Cloud (LMC)
۷- Mensa
۸- Small Magellanic Cloud (SMC)

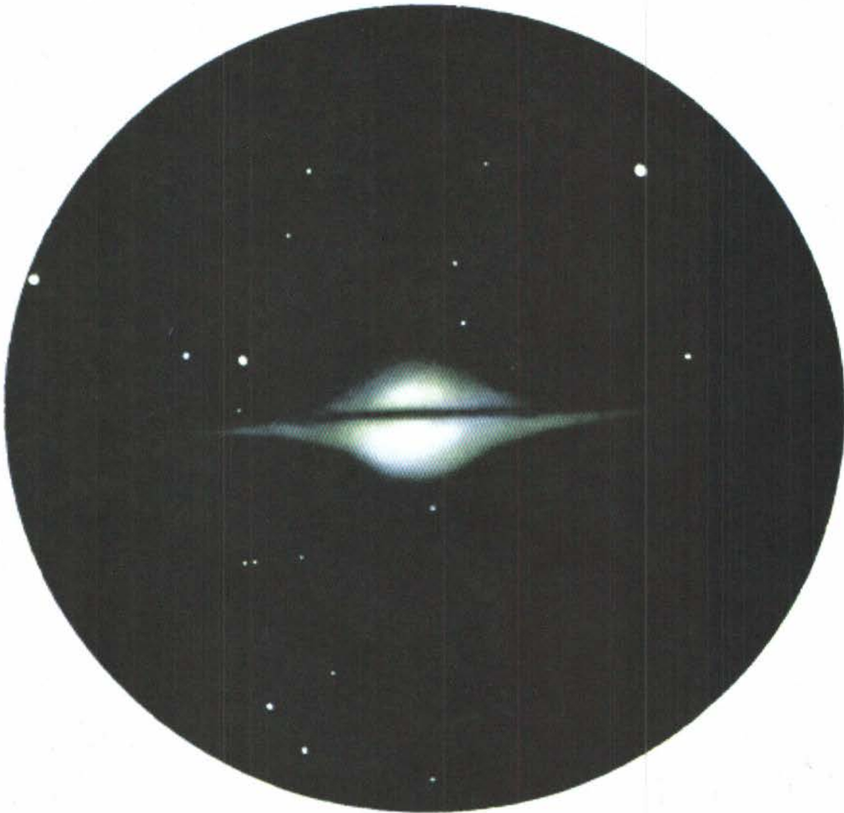


شکل۱۱-۱۳
کهکشان خارق‌العاده‌ی مثلث (M۳۳) که با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتریک ۱۱ اینچی عکاسی شده است. این مارپیچی زیبا، به همراه کهکشان آندرومدا و راه شیری خودمان، یکی از اعضای گروه محلی کهکشان‌هاست. این کهکشان در شبی تاریک و بی‌ماه با دوربین دوچشمی دیده می‌شود اما آن‌قدر بزرگ (بزرگ‌تر از اندازه‌ی ظاهری قرص ماه) و نورش آن‌قدر پراکنده است که اغلب هنگامی که آسمان را با تلسکوپ جاروب می‌کنید از روی آن رد می‌شوید و متوجهش نمی‌شوید باوجودی که قدرش ۵/۷ است! (رصدگران باتجربه این کهکشان را با چشم برهنه هم دیده‌اند.) در تلسکوپ‌های ۶ اینچی و بزرگ‌تر ساختارهای بیشتری دیده می‌شود، ازجمله بازوهای مارپیچی ظریف آن. این کهکشان، در فاصله‌ی ۲,۷۰۰,۰۰۰ سال نوری از ما، کمی نسبت به کهکشان آندرومدا دورتر است. عکس از دنیس دی چیکو

در توکان هستند. این دو کهکشان، که فقط ۲۰ درجه با قطب جنوب آسمان و ۲۲ درجه با هم فاصله دارند، شبیه دو توده‌ی مه‌آلود از خود راه شیری به نظر می‌رسند و بسیار درخشان‌اند؛ آن‌قدر که ابر بزرگ را در نور ماه کامل هم می‌توان دید! از لحاظ بصری ابر بزرگ حدود ۶ درجه و ابر کوچک ۳/۵



شکل ۱۱-۱۴
کهکشان معروف گردابی (M۵۱) در تازی‌ها که هسته‌ی درخشان، بازوهای مارپیچی باز، و هم‌دم کم‌نورتر آن، کهکشان NGC ۵۱۹۵، به‌خوبی دیده می‌شوند. این کهکشان، که از روبه‌رو دیده می‌شود، در تلسکوپی ۳ یا ۴ اینچی شبیه دو سحابی کم‌نور و غیرهم‌اندازه و مرتبط با هم به نظر می‌رسد. اما در تلسکوپ‌های ۸ اینچی و بزرگ‌تر در شبی تاریک و شفاف ساختار مارپیچی زیبایش دیده می‌شود. این کهکشان در فاصله‌ی ۳۰ میلیون سال نوری از ما قرار دارد که فاصله‌ی معمول بیشتر کهکشان‌های درخشانی است که با تلسکوپ‌های آماتوری دیده می‌شوند. این تصویر با تلسکوپ بازتابی نیوتنی ۸ اینچی گرفته شده است. عکس از استیو پیترز



شکل۱۱-۱۵
نمایی کاملاً متفاوت با کهکشان گردابی متعلق به این کهکشانِ از لبه به نام کلاه مکزیکی (M۱۰۴) در سنبله است. این طراحی از درون چشمی تلسکوپی شکستی به قطر ۱۳ اینچ انجام شده است، اما برآمدگی مرکزی کهکشان حتی از درون تلسکوپی ۳ اینچی هم دیده می‌شود و خط غبارِ استوای کهکشان هم در تلسکوپی ۶ اینچی و با روش رصد چپ‌چپ نمایان می‌شود. کهکشان کلاه مکزیکی آن‌قدر پُرنور است که، باوجود فاصله‌ی ۲۸ میلیون سال نوری‌اش، حتی در نور ماه هم دیده می‌شود. در تصویر برگردانِ تلسکوپ، جنوب بالاست.

درجه در آسمان گسترده شده‌اند. هر دو جزو کهکشان‌های کوتوله‌ی نامنظم طبقه‌بندی شده‌اند و دو قمر کهکشان ما به شمار می‌آیند. به این ترتیب، آن‌ها نزدیک‌ترین کهکشان‌ها به ما هستند که ابر بزرگ ۱۷۰ هزار و ابر کوچک ۲۰۰ هزار سال نوری از ما فاصله دارند. این دو کهکشان، به همراه خود

راه شیری و کهکشان‌های M۳۱ و M۳۳، اعضای گروه محلی کهکشان‌ها[۱] هستند که در مجموع بیش از ۴۰ عضو دارد. حتی با دوربین دوچشمی می‌توانید این ابرها را به ستاره‌های سازنده‌شان تفکیک کنید و با تلسکوپ سرزمینی اعجاب‌انگیز از اجرام ژرفای آسمانِ درون آن‌ها را آشکار کنید؛ که بسیاری از آن‌ها نام خاص خود را در فهرست NGC دارند.

در میان دیگر کهکشان‌های مهمی که با دوربین‌های دوچشمی یا تلسکوپ‌های آماتوری دیده می‌شوند می‌توان به کهکشان گردابی[۲] (M۵۱) در تازی‌ها[۳]، چشم سیاه[۴] (M۶۴) در گیسوان برنیکه، و کلاه‌مکزیکی[۵] (M۱۰۴) در سنبله اشاره کرد. مانند ستاره‌های دوتایی، کهکشان‌ها هم گاهی جفت‌اند (و گاهی نیز گروه‌هایی بزرگ‌اند) که برخی از بهترین‌های آن‌ها عبارت‌اند از، M۸۱/M۸۲ در دب‌اکبر و M۶۵/M۶۶ و M۹۵/M۹۶ در اَسَد (شیر). درست همان‌طور که ستاره‌ها خوشه تشکیل می‌دهند، کهکشان‌ها هم چنین می‌کنند. همین چند لحظه پیش به گروه محلی اشاره کردیم، اما این گروه خود بخشی از مجموعه‌ای بزرگ‌تر به نام خوشه‌ی سنبله[۶] است (که گاهی به آن خوشه‌ی گیسو-سنبله[۷] هم می‌گویند) که خود شامل هزاران کهکشان می‌شود. این ناحیه‌ی هیجان‌انگیز آسمان در بین رصدگران به «قلمرو سحابی‌ها» مشهور است و این نام از زمانی باقی مانده که هنوز ماهیت کهکشانی این اجرامِ سحابی‌مانند شناخته نشده بود. اگر با تلسکوپی ۴ اینچی مرکز این ناحیه را جاروب کنید چند دوجین از این کهکشان‌ها را می‌بینید (که بسیاری هم نام و شماره‌ای در فهرست مسیه دارند)، درحالی‌که تلسکوپی ۸ اینچی و بزرگ‌تر آن‌قدر کهکشان نمایش می‌دهد که شناسایی آن‌ها مشکل می‌شود. مکان‌هایی در این خوشه هست که میدان دیدی باز در آن شامل بیش از شش کهکشان می‌شود که همگی از فاصله‌ای حدود ۵۵ میلیون سال نوری در فضای میان‌کهکشانی به‌نرمی می‌درخشند.

جالب این‌که خود خوشه‌ی سنبله جزئی از ساختاری بسیار بزرگ‌تر به نام اَبَرخوشه‌ی محلی[۸] است که خود شامل ده‌ها هزار کهکشان تک است! خوشه‌های دیگری نیز از کهکشان‌ها می‌توانید در سرتاسر آسمان بیابید. سه عدد از آن‌ها در تلسکوپ‌های بزرگ آماتوری (۱۴ اینچی و بزرگ‌تر) دیده می‌شوند که عبارت‌اند از، خوشه‌های کهکشانی گیسو، جاثی، و برساوش[۹] که در فواصل ۳۵۰ تا ۵۰۰ میلیون سال نوری از ما قرار دارند.

اما دورترین شگفتی‌های اعماق فضا اَختروَش‌ها (یا اجرام ستاره‌مانند)[۱۰] هستند. امروز باور بر این است که به‌سبب ادغام کهکشان‌ها و تغذیه‌ی سیاهچاله‌ی عظیم مرکزی مقداری باورنکردنی

۱- Local Group of galaxies
۲- Whirlpool Galaxy
۳- Canis Venatici
۴- Black Eye Galaxy
۵- Sombrero Galaxy
۶- Virgo Cluster
۷- Coma-Virgo Cluster
۸- Local Supercluster
۹- Coma, Hercules, Perseus Galaxy Clusters
۱۰- quasars (quasi-stellar objects)

انرژی رها می‌شود و به این ترتیب این اجرام به اندازه‌ی صدها کهکشان، که ترکیب شده باشند، نور گسیل می‌کنند که موجب دیده شدن آنها از این فواصل دوردست می‌شود. «نزدیک‌ترین» و درخشان‌ترینِ آن‌ها - و نخستین نمونه‌ی شناخته‌شده- را به نام ۳C۲۷۳ (نام آن در فهرست سوم منابع رادیویی کمبریج[۱]) می‌شناسیم. این جرم، که ستاره‌ای است آبی از قدر ۱۳ در صورت فلکی سنبله، در فاصله‌ای معادل ۲ میلیارد سال نوری از ما قرار دارد اما با تلسکوپی ۴ تا ۶ اینچی به‌راحتی دیده می‌شود!

باید در اینجا به دو جنبه‌ی نهایی در رصد کهکشان‌ها اشاره کنم. یکی کشف بصری فوران‌های نواَختری در کهکشان‌های مارپیچی درخشان‌تر نزدیک به دست آماتورهایی که از تلسکوپ‌هایی به کوچکی ۴ اینچ استفاده می‌کنند. و رکورد بالاترین کشف از آنِ منجم آماتور استرالیایی، کشیش رابرت اِوانس[۲]، است که تا به حال با تلسکوپ‌های ۱۰ و ۱۶ اینچی خود حدود ۳۰ ابرنواختر کشف کرده است. وقتی به‌خوبی با ظاهر فهرستی انتخابی از اهداف رصدی آشنا شوید و سپس هر شب آن‌ها را رصد کنید، احتمال کشف‌های بیشتر بالا می‌رود. اگر فکر می‌کنید ابرنواختر -یعنی «ستاره‌ای» جدید که قبلاً نبوده و حالا درون کهکشانی دیگر پدیدار شده است- کشف کرده‌اید، مانند دنباله‌دارها و نواخترهای معمولی، باید بلافاصله آن را به مرکز تلگرام‌های نجومی انجمن بین‌المللی نجوم گزارش کنید.

وجه مهم دوم در رصد کهکشان‌ها درک این نکته است که در حال تماشای دورترین اجرام عالم خلقت به کمک نوری به عمر چند میلیون یا چند میلیارد سال هستید. تلسکوپ شما فوتون‌هایی باستانی را به درون شبکیه‌ی چشمان شما متمرکز می‌کنند که قرن‌ها و قرن‌ها پیش این اجرام را ترک کرده‌اند! (پرسش‌ها و توضیحات درباره‌ی «ارتباط فوتونی» را در فصل بعدی ببینید.)

راه شیری

تازه باید به بزرگ‌ترین، درخشان‌ترین، و جذاب‌ترین کهکشان در آسمان شب اشاره کنم؛ مسلم است که درباره‌ی کهکشان راه شیری[۳] خودمان صحبت می‌کنم! درواقع، بی‌شک این باشکوه‌ترین جرم «ژرفای آسمان» از هر نوع است. از آنجایی که ما درون یکی از بازوهای مارپیچی آن قرار داریم و چون این مارپیچ عظیم پُرستاره کمانی در کلّ آسمان زده است بهترین ابزار برای دیدن آن چشم برهنه‌ی انسان است، و پس از آن دوربین دوچشمی میدان دید باز و سپس تلسکوپ (به‌ویژه میدان دید باز). استفاده از هرکدام از این ابزارها برای بررسی ابرهای پُرستاره‌ی آن - به‌ویژه در نواحی‌ای مانند صورت‌های فلکی دجاجه، سپر، و قوس- در شبی تاریک و شفاف واقعاً تجربه‌ای هیجان‌انگیز است.

۱- Cambridge catalogue of radio sources
۲- Robert Evans
۳- Milky Way



شکل ۱۱-۱۶

ابرهای ستاره‌ای راه شیری در صورت فلکی دجاجه که با عدسی تله‌ی ۳۰۰ میلی‌متری f/۲/۸ عکاسی شده‌اند. در مرکز این تصویر سحابی آمریکای شمالی (NGC ۷۰۰۰) را می‌بینید. وقتی با دوربین دوچشمی یا تلسکوپی میدان باز در این منطقه از آسمان سیر کنید -با توجه به این‌که ستاره‌های درخشان‌تر نزدیک‌ترند و ستاره‌های کم‌نورتر دورترند- دچار توهم عمق هم می‌شوید! (این حس حتی در این تصویر هم دیده می‌شود، چراکه خود سحابی خیلی بالاتر از ستاره‌های زمینه به نظر می‌رسد.) خود سحابی را، که عرضش دو درجه است، می‌توان در شبی بسیار تاریک و شفاف با دوربین دوچشمی هم دید -حتی گاهی با چشم برهنه هم هاله‌ای از آن دیده می‌شود. راه شیری ما بی‌شک باشکوه‌ترین کهکشان و شگفتی ژرفای آسمان است! عکس از استیو پیترز

وقتی فقط با چشم نگاه می‌کنید این احساس به شما دست می‌دهد که زیر ستاره‌های کهکشان غرق شده‌اید. درخشان‌ترین بخش‌های راه شیری را در آسمان تابستان، زمانی که به سوی درون و هسته‌ی آن می‌نگرید، می‌یابید (درحالی‌که در زمستان به سوی خارج و به لایه‌ای نازک‌تر از ستاره‌ها در لبه‌ی آن نگاه می‌کنیم). دو ناحیه‌ی این‌چنینی نماهایی عالی برای دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌ها هستند. یکی ابر ستاره‌ای سِپَر[1] در همین صورت فلکی است. این ناحیه، که همچنین به «جواهر راه شیری» و «مرکز شهر راه شیری»[2] هم معروف است، به وسعت ۹×۱۲ درجه سرزمین شگفتی‌ها برای دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌هاست. ناحیه‌ی دوم ابر ستاره‌ای کوچک قوس[3]، منطقه‌ای به وسعت ۱×۲ درجه، در نزدیکی مرکز کهکشان در صورت فلکی قوس و ظاهراً شامل بی‌نهایت ستاره است. جاروب آهسته‌ی هرکدام از این ابرهای ستاره‌ای جذاب در شب‌های صاف با تلسکوپ میدان دید بازی به قطر ۴ تا ۶ اینچ با بزرگنمایی ۱۵ تا ۲۵ برابر واقعاً تجربه‌ای است که هرگز فراموش نمی‌شود.

همچنین ناحیه‌ی دیگر برای بررسی، ابر ستاره‌ای بزرگ قوس[4] است که به چشم برهنه شبیه بخاری است که از سر لوله‌ی صورت‌واره‌ی قوری[5] در قوس بیرون می‌زند!

اما در راه شیری جذابیت دیگری هم وجود دارد و آن توهم خیره‌کننده و جذاب وجود عمق در ساختار آن است! وقتی ابرهای پُرستاره را در نواحی پُرستاره در قوس، سپر، و دجاجه با چشم برهنه یا دوربین دوچشمی نگاه می‌کنید مراقب اثر سه‌بُعدی، که ممکن است بی‌خبر نمایان شود، باشید. ترکیب چشم–مغز این توهم را ایجاد می‌کند که ستاره‌های کم‌نورتر دورتر از ستاره‌های پُرنورترند و گویی شما به لایه‌ای از پس لایه‌ای دیگر از ستاره‌ها می‌نگرید. به این ترتیب نوار راه شیری ناگهان در برابر زمینه‌ی ستاره‌های کم‌نورتر به صورتی سه‌بُعدی بیرون می‌زند؛ درواقع به‌صورت همان مارپیچ پُرستاره‌ای که واقعاً هست!

گشت وگذاری فراتر

علت این‌که این فصل طولانی‌ترین فصل این کتاب است، هم گستردگی حوزه‌ی رصد اجرام اعماق فضا و هم محبوبیت آن‌ها در میان منجمان آماتور امروز است. به همین سبب در این فصل بیش از فصل‌های دیگر منابع مفید به شما معرفی خواهم کرد. یکی از مفیدترین‌ها و دم‌دست‌ترین‌ها «فهرست ویژه» در پیوست ۳ همین کتاب است. در این فهرست برخی از بهترین و درخشان‌ترین ستاره‌ها، منظومه‌های دو و چندتایی، اجتماعات ستاره‌ای و صورت‌واره‌ها، خوشه‌های ستاره‌ای باز و

۱- Scutum Star Cloud
۲- "Gem of the Milky Way"and "Downtown Milky Way"
۳- Small Sagittarius Star Cloud
۴- Large Sagittarius Star Cloud
۵- Teapot asterism

کروی، سحابی‌های نشری و سیاره‌نما، بقایای انفجارهای ابرنواختری، و کهکشان‌ها برای رصد با تلسکوپ‌های آماتوری ۲ تا ۱۴ اینچی معرفی شده‌اند.

اما نکته‌ای که اینجا جلب نظر می‌کند مسئله‌ی پیدا کردن راه در آسمان و چگونه یافتن اجرام است. حتی اگر از دایره‌های تنظیم دستی مختصات یا دیجیتال - یا حتی سیستم‌های نوین‌تری مانند گوتو یا فناوری جی‌پی‌اِس- برای «جهت‌یابی» با تلسکوپ‌تان استفاده می‌کنید لازم است که دست‌کم مکان درخشان‌ترین ستاره‌ها را بدانید. و همان‌طور که پیش‌تر هم گفتم لذت واقعی رصد آسمان در روش‌های قدیمی، مانند «پرش ستاره‌ای» تا رسیدن به هدف، است که با استفاده از یک نقشه‌ی خوب آسمان به آن دست می‌یابید. درحالی‌که نقشه‌هایی مانند اطلس نورتون، اطلس کمبریج، و اطلس درخشان[1] برای جهت‌یابی‌های عمومی مناسب‌اند، برای انجام موفق «پرش ستاره‌ای» به اطلسی مفصل‌تر و دقیق‌تر نیاز دارید؛ یکی که ستاره‌ها را دست‌کم تا قدر ۸، یا حدّ دید بیشتر جوینده‌ها و دوربین‌ها، داشته باشد. باوجود اطلس‌های مفصل چند جلدی در دسترس (مانند *اورانومتریا* ۲۰۰۰/۰[2] که شامل بیش از ۲۸۰ هزار ستاره تا قدر ۹/۷۵ و بیش از ۳۰ هزار جرم غیرستاره‌ای است) بهترین اطلس برای رصد اجرام اعماق آسمان *اطلس آسمان* ۲۰۰۰/۰ است که در فصل ۱۰ به آن اشاره شد. بیش از ۸۱ هزار ستاره‌ی آن تا قدر ۸/۵ (به اضافه‌ی حدود ۲۷۰۰ جرم غیرستاره‌ای) تعداد مناسبی نشانه در اختیارتان می‌گذارد تا به کمک روش پرش ستاره‌ای با دوربین‌ها و جوینده‌های عادی به هدف رصدی خود برسید بدون این‌که تلاش بی‌خودی بکنید. حتی اگر تلسکوپ فعلی شما، یا آن‌که می‌خواهید بخرید، به دستگاه‌های جست‌وجوی خودکار مجهز است من به‌شدت توصیه می‌کنم که مدتی را صرف پرش ستاره‌ای و یاد گرفتن آسمان کنید. مطمئنم که از این کار خشنود و خرسند خواهید شد!

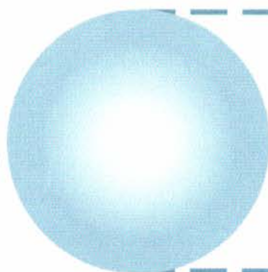
در اینجا فهرست‌وار به منابع مناسب برای رصد اجرام ژرفای آسمان اشاره می‌کنم (برای سهولت و نیز به این سبب که این منابع به فارسی ترجمه نشده‌اند، فقط مشخصات لاتین کتاب‌ها را ذکر می‌کنیم- مترجم):

- *Deep-Sky Companions: The Messier Objects*, Stephen James O'Meara (Sky Publishing & Cambridge University Press, 1998)
- *Deep-Sky Companions: The Caldwell Objects*, Stephen James O'Meara (Sky Publishing & Cambridge University Press, 2002)
- *Deep-Sky Wonders*, Walter Scott Houston (Sky Publishing, 1999)
- *Messier's Nebulae and Star Clusters*, Kenneth Glyn Jones (Cambridge University Press, 1991)

۱- *Bright Star Atlas*

۲- *Uranometria 2000.0*

- *The Messier's Album*, John Mallas and Evered Kremier (Sky Publishing, 1978)
- *Star-Hopping for Backyard Astronomers*, Alan MacRobert (Sky Publishing, 1993)
- *Field Guide to the Deep Sky Objects*, Mike Inglis (Springer, 2000)
- *Astronomy of the Milky Way, Subtitled (in two Volumes) An Observer's Guide to the Northern Sky and An Observer's Guide to the Southern Sky*, Mike Inglis (Springer, 2004)
- *Observing the Caldwell Objects*, David Ratledge (Springer, 2000)
- *Deep Sky Observing: The Astronomical Tourist*, Steven Coe (Springer, 2000)
- *NGC 2000.0: The Complete New General Catalogue and Index Catalogues of Nebulae and Star Clusters by J.L.E. Dreyer*, Roger Sinnott (Sky Publishing, 1988)
- *Observing Handbook and Catalogue of Deep-Sky Objects*, Christian Luginbuhl and Brian Skiff (Cambridge University Press, 1990)
- *The Night Sky Observer's Guide: Volume 1 Autumn & Winter, Volum 2 Spring & Summer*, George Kepple and Glen Sanner (Willmann-Bell, 1998)
- *DeepMap 600*, Wil Tirion and Steve Gottlieb (Orion Telescopes & Binoculars, 1999)
- *Celestial Harvest: 300-Plus Showpieces of the Heavens for Telescope Viewing & Contemplation*, James Mullaney (Dover Publications, 2002)
- *Sky&Telescope's Messier Card* (Sky Publishing, 2003)
- *Sky&Telescope's Caldwell Card* (Sky Publishing, 2002)
- *Sky&Telescope's Pocket Sky Atlas*, Roger Sinnott (Sky Publishing, 2006)



فصل ۱۲

نتیجه‌گیری

به اشتراک گذاشتن شگفتی‌ها

درحالی‌که رصد ستاره‌ها فعالیتی لذت‌بخش و شخصی در تجربه‌ی هر فرد از رصد آسمان است، سهیم شدن این زیبایی‌ها با دیگران نیز یکی دیگر از وجوه لذت‌بخش این کار است. به قول ضرب‌المثلی انگلیسی: «لذتی که با دیگران سهیم شود، دو برابر می‌شود». در ساده‌ترین حالت وقتی اجازه دهید اعضای خانواده، دوستان، همسایه‌ها، رصدگران مبتدی، و حتی غریبه‌ای که از آنجا می‌گذرد با تلسکوپ شما آسمان و شگفتی‌هایش را رصد کنند هم موجب لذت آن‌ها می‌شوید و هم خودتان به رضایتی وافر دست می‌یابید. فقط کافی است حیرت و شگفتی را در صورت‌های آن‌ها تماشا کنید؛ وقتی به مناظر بیگانه‌ی سطح ماه یا حلقه‌های خیره‌کننده‌ی زحل یا رنگ‌های شگفت‌انگیز ستاره‌ای دوتایی خیره شده‌اند. شاید شما نخستین فردی باشید که چشم آن‌ها را به این جهان سراسر شگفتی و عظمت باز کرده‌اید!

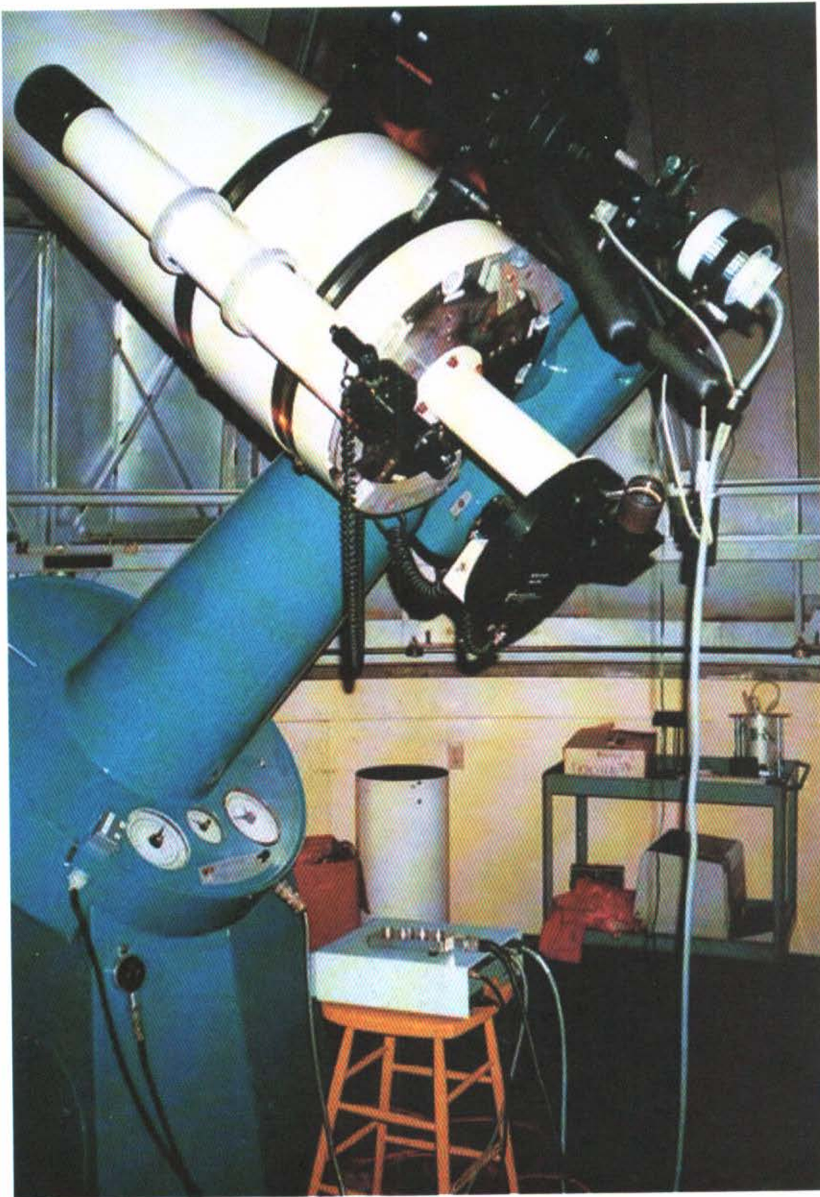
گزارش کردن رصد شما را یک گام از این مرحله‌ی ابتدایی (اما بسیار مهم!)، تا به اشتراک گذاشتن آنچه دیده‌اید با دیگر رصدگران دنیا، جلوتر می‌برد. می‌توانید گزارش رصدتان را به همراه عکس یا طرحی از رصدتان (اگر دارید) برای مجلات معتبر نجومی در شهر یا استان خودتان یا کلّ کشور بفرستید. همچنین می‌توانید گزارشی به زبان انگلیسی و البته با رعایت همه‌ی جوانب کار حرفه‌ای برای مجلات معتبر جهانی، نظیر *اسکای‌اَندتلسکوپ* (www.skyandtelescope.com) و *اَسترونومی* (www.astronomy.com)، یا حتی انجمن بین‌المللی نجوم بفرستید.



شکل ۱۲-۱
کاروانی از تلسکوپ‌های عظیم دابسونی را می‌بینید که این روزها در شب‌های رصدی بسیار پُرطرفدار شده‌اند.

تفریح در برابر رصد جدّی

ممکن است شما فقط برای گذارن وقت یا تفریح به فعالیت‌های نجوم آماتوری مشغول باشید و کار خاصی انجام ندهید. اما برخی از منجمان آماتور جدّی هم هستند که به دنبال انجام فعالیت‌های سیستماتیک و دقیق و به دست آوردن نتایج علمی مهم‌اند. هر دو این حالت‌ها در میان منجمان آماتور سراسر دنیا وجود دارد. اساساً ریشه‌ی واژه‌ی «آماتور» از واژه‌ی لاتین «amare» به معنی دوست داشتن گرفته شده است و به معنای «کسی است که دوست دارد». منجم آماتور کسی است که ستاره‌ها را و دانستن درباره‌ی آن‌ها را دوست دارد. شاید علاقه‌ی او به‌مرور آن‌قدر زیاد شود که تصمیم بگیرد به‌طور حرفه‌ای و علمی به بررسی آن‌ها و افزایش دانش بشری درباره‌ی آن‌ها بپردازد. اما عموماً چنین اتفاقی بسیار نادر است. اگر کار را تازه شروع کرده‌اید و هنوز فعالیت جدی و مهمی انجام نداده‌اید خودتان را نگران نکنید. حتی شاید همیشه دوست داشته باشید فقط برای لذت بردن از آسمان رصد انجام دهید و هرگز خودتان را درگیر مسائل پیچیده‌تر علمی نکنید. هیچ ایرادی به



شکل۱۲-۲

مجموعه‌ای جدّی (واقعاً جدّی) از ابزارهای رصدی که این روزها در میان رصدگران آماتور باتجربه بسیار محبوب شده‌اند. ابزار اصلی تلسکوپ ۱۶ اینچی بازتابی کاسگرین است که نورسنج فوتوالکتریک چندرنگی به آن متصل است. یک تلسکوپ اشمیت-کاسگرین ۸ اینچی و یک شکستی ۴ اینچی قلم‌دوش تلسکوپ اصلی نصب‌اند که به ترتیب برای عکاسی سی‌سی‌دی و ردیابی خودکار مجهز شده‌اند. فقط ظاهراً یک چیز اینجا کم است! یک چشمی که با آن بتوان درون یکی از تلسکوپ‌ها را تماشا کرد! عکس از شارون مالِنی

شما وارد نیست! فقط به یاد داشته باشید که گزارش رصد تفریحی‌تان را برای مرکزی ارسال نکنید و انتظار منتشر شدن آن را نیز نداشته باشید!

یکی از رصدگران افسانه‌ای آمریکا لِسلی پِلتیه بود که ابتدا با علاقه‌ی شدید رصد ستاره‌ها را آغاز کرد اما تا آنجا پیش رفت که ۱۲ دنباله‌دار و ۶ نواختر را، یا به‌تنهایی یا به کمک دیگران، کشف کرد و در تخمین قدر بیش از صد هزار ستاره‌ی متغیر در انجمن آمریکایی رصدگران ستاره‌های متغیر شرکت کرد. او در مزرعه‌ای در اوهایو به دنیا آمد و سال‌ها بعد که آماتور پُرآوازه‌ای شد، باوجود پیشنهادهای متعدد برای پیوستن به کادر حرفه‌ای چندین رصدخانه، همچنان تصمیم گرفت همان‌جا در کنار طبیعت زندگی و رصد کند! پیشنهاد می‌کنم خودزندگی‌نامه‌ی دلپذیر او با عنوان *شب‌های ستاره‌باران* (انتشارات Sky Publishing ، ۲۰۰۰) را بخوانید تا دریابید معنای واقعی «رصدگر» چیست.



شکل ۱۲-۳

در آن سوی طیف نسبت به دستگاه پیچیده‌ی عکس ۱۲-۲، این تلسکوپ ساده‌ی شکستی آکروماتیک ۶۰ میلی‌متری بر مقرّی سمت-ارتفاعی و سبک قرار دارد. این ابزارها فقط برای لذت بردن از رصد آسمان‌هاست.

رصدگر آماتور معروف انگلیسی، جیمز موردِن[۱]، در کتاب خودش با عنوان *راهنمای منجمان آماتور*[۲] (انتشارات Harper & Row، ۱۹۸۳) بسیاری از حوزه‌های نجوم رصدی را برشمرده که منجمان آماتور می‌توانند فعالانه و با برنامه‌ریزی منظم در آن‌ها شرکت و در به دست آمدن نتایج مهم علمی کمک کنند. اما با این همه به خوانندگانش توصیه می‌کند که، «... نجوم نیمی از معنای خودش را از دست می‌دهد اگر رصدگری هرگز تلسکوپش را بی‌هدف و فقط به قصد لذت بردن به سوی ستاره‌ها نشانه نرود ...» و در ادامه‌ی کتاب به اینجا می‌رسد که، «بررسی آسمان‌ها و ستاره‌ها فقط از جنبه‌ی زیبایی‌شناسی صِرف در این عصر فناوری به تمسخر گرفته می‌شود». و چه ناراحت‌کننده!

توجه به جنبه‌های زیبایی‌شناختی و فلسفی

بسیاری از منجمان آماتور معروف و مشهور دنیا، و آنهایی که اکتشافات و ابداعات بسیار مهم علمی نامشان را در تاریخ نجوم جاودانه کرده، نیز بسیار به جنبه‌های زیبایی‌شناختی و فلسفی (و حتی معنوی) نجوم نظر داشته و دارند. هیچکدام از حوزه‌های علمی دیگر اینچنین دارای جنبه‌های زیبایی‌شناسانه و الهام‌بخش، تنوع بی‌نهایت، نمایش‌های باشکوه آسمانی، و ماجراجویی‌های ستایش‌آمیز نیست. و در اینجا، برخلاف دیگر حوزه‌های علم، فرصت داریم که نه‌تنها عالم را ببینیم و تجربه کنیم بلکه واقعاً تماس فیزیکی مستقیمی با آن برقرار کنیم؛ از طریق «ارتباط فوتونی»[۳].

این عبارت را خود من در مقاله‌ای که در سال ۱۹۹۴ برای مجله‌ی *اسکای‌اندتلسکوپ* نوشتم ابداع کردم. این عبارت حاوی این حقیقت است که نوری که به کمک آن ستاره‌ها، سحابی‌ها، و کهکشان‌ها را می‌بینیم از فوتون تشکیل شده است که ماهیتی عجیب و دوگانه دارد. فوتون‌ها طوری رفتار می‌کنند گویی هم ذره‌اند و هم موج یا، اگر دوست دارید، ذراتی که به‌صورت موجی حرکت می‌کنند. چیزی که زمانی درون آن جرم آسمانی بوده حرکت کرده و پس از سال‌ها و طی مسافت‌هایی عظیم وارد شبکیه‌ی چشم شما شده است. شما در ارتباط مستقیم فیزیکی با جسمی قرار دارید که نگاهش می‌کنید! تعجبی نیست که سارا تیزدِیل[۴]، شاعر، نیز در وصف ستاره‌ها چنین سروده است: «می‌دانم محترم شمرده شده‌ام که شاهد این همه عظمت هستم».

بسیاری اوقات منجمان آماتور را با عناوینی همچون «طبیعت‌شناسان شب»، «دروکنندگان نور ستاره‌ها»، «مسافران زمان»، «زائران ستاره‌ها»، و «شهروندان آسمان» خطاب قرار می‌دهند. می‌خواهم این کتاب را با ذکر افکار و تصورات معروف‌ترین منجمان آماتور و حرفه‌ای دنیا به پایان برسانم. اگر اجازه دهید که این بیانات به ذهن و قلب‌تان نفوذ کنند می‌توانید راه مناسب خودتان را برای رسیدن به ستاره‌ها پیدا کنید.

۱- James Muirden
۲- *The Amateur Astronomer's Handbok*
۳- Photon Connection
۴- Sarah Teasdale

«تلسکوپ ماشینی است که زندگی شما را تغییر می‌دهد.» ریچارد بِری[۱]

«بیایید اخترفیزیک را فراموش کنیم و فقط از مناظر لذت ببریم.» والتر اسکات هیوستون[۲]

«من منجم شدم نه برای این‌که حقایقی را درباره‌ی آسمان یاد بگیرم بلکه برای این‌که عظمتش را حس کنم.» دیوید لِوی

«من رصد می‌کنم پس هستم.» تادئوس باناخیئویچ[۳]

«برای من، نجوم یعنی یادگیری درباره‌ی عالم با نگاه کردن به آن.» دانیل ویدمَن[۴]

«نجوم نمونه‌ای از فعالیت‌های رهبانی است؛ غذایی برای آرامش روح و تقویت معنویت.» پُل کوتو[۵]

«هدف اصلی همه‌ی دانش‌ها عظمت بخشیدن و زلال کردن روح، پُر کردن ذهن با تفکرات باشکوه، و فراهم آوردن لذتی پاک است.» ادوارد اِوِرت[۶]

«ارزش واقعی هر تلسکوپ به این است که چند نفر با آن به عالم نگریسته‌اند.» جان دابسون

«جاذبه‌ی رصد ستاره‌ها هم عقلانی و هم زیبایی‌شناسانه است؛ این کار هیجان کاوش و اکتشاف را با سرگرمی تماشای مناظر، و لذت محض آشنایی دست‌اول با چیزهای زیبا و شگفت‌آور را با هم ترکیب می‌کند.» رابرت برنهَم، پسر[۷]

«من ترجیح می‌دهم از سرما یخ بزنم یا با پشه‌ها سروکلّه بزنم تا این‌که نجوم را پشت کامپیوتر تجربه کنم.» بِن فانک[۸]

«اگر قرار بود نسخه‌ای برای کم کردن دست‌کم بخشی از بدبختی‌های دست‌ساز بشر می‌نوشتم، چنین بود: "مقدار کمی از نور ستاره‌ها، شب‌ها پیش از خواب!"» لسلی پلتیه

«این ابزارهای فناورانه که بازار را پُر کرده، روح معنای واقعی نجوم خلّاق -یعنی حس رویارویی نزدیک و شخصی با عالم- را نابود می‌کند.» خورخه سِرّیتوس[۹]

«آسمان متعلق به همه‌ی ماست؛ باشکوه و رایگان.» دبورا بیرد[۱۰]

«ما موجوداتی نیازمند و غرق در خودیم که غریزه‌مان بقا و تکثیر است. هر زمان که بتوانیم بر ژن‌های‌مان برتری بیابیم ارزشمند است و آسمان شب دروازه‌ای است برای این برتری.» پیتر لِشاک[۱۱]

۱- Richard Berry
۲- Walter Scott Houston
۳- Thaddeus Banachiewicz
۴- Daniel Weedman
۵- Paul Couteau
۶-Edward Everett
۷- Robert Burnham, Jr
۸- Ben Funk
۹- Jorge Cerritos
۱۰- Deborah Byrd
۱۱- Peter Leschak

«برای من، تماشا با تلسکوپ تجربه‌ای زیباست؛ سفری شخصی به فضا و زمان.» ترِنس دیکینسون[1]

«آیا عبادت و تفکر در سکوت ماهیت واقعی رصد آسمان نیست؟» دیوید لِوی

«بشر، غوطه‌ور در عالمی که کرانه‌هایش حتی در تصور او نمی‌گنجند، تمام انرژی خود را صرف جدال با هم‌نوعانش بر سر مسائلی می‌کند که نگاهی درون این تلسکوپ به‌کلّ ناچیزشان می‌سازد.»
توضیحی روی تلسکوپ ۲۰۰ اینچی هیل در رصدخانه‌ی پالومار

«چطور ممکن است کسی این مناظر را فراموش کند؛ هزاران ستاره با هزاران رنگ...؟» والتر اسکات هیوستون

«رصد با تلسکوپ، ۵۰ درصد تماشا و ۵۰ درصد تخیل است.» چت رایمو

«شبی زیر ستاره‌ها... گزش حشرات، شب‌های ابری، گیجی‌های روز بعد، و یک‌عالمه ناکامی‌های دیگر را به ارمغان می‌آورد به همراه لحظات ارزشمندی از زیبایی والا!» ریچارد بری

«شایسته است که همه‌ی کهکشان‌ها –و دیگر شگفتی‌های آسمانی!– را دست‌کم ۱۵ دقیقه‌ی کامل تماشا کنید.» مایکل کاوینگتون[2]

«تصادفی نیست که تلسکوپ را به هر سو که نشانه می‌رویم زیبایی می‌بینیم.» آر.اِم. جونز[3]

«باید تصویری را که در چشمی تلسکوپ می‌بینید به‌خوبی بررسی کنید تا واقعاً دریابید که چه می‌بینید. نگاه سرسری و سریع رفتن به سراغ جرم بعدی مثل این است که از رمانی بزرگ فقط چند خط آن را بخوانید.» جورج آتامیان[4]

«ما منجمان همیشه می‌توانیم از آشوب و بلوای اطراف‌مان به انزوای خلوتگاه مقدس خود، یعنی آسمان، پناه ببریم.» مَکس اِرلیش[5]

«آسمان شب بهترین وسیله‌ی فراری است که می‌شناسم. کافی است در شبی صاف و تاریک چشم به ستاره‌ها بدوزید تا بار دنیا از روی شانه‌های‌تان برداشته شود.» ویکتور کارانو[6]

«آنچه نیاز داریم تلسکوپی بزرگ در هر روستا و دهکده است و کسی که بتواند شکوه عالم را به مردم نشان دهد.» گراهام لافتس[7]

«لذت‌های نجوم آماتوری عمیقاً شخصی‌اند. حس تنها بودن در عالم در شبی ستاره‌باران، سفر بر بال

۱- Terence Dickinson
۲- Michael Cavington
۳- R.M. Jones
۴- George Atamian
۵- Max Ehrlich
۶- Victor Carrano
۷- Graham Loftus

شیشه‌های صیقل‌خورده، پرواز از نقطه‌ای میلیون‌ها سال نوری دورتر تا نقطه‌ای میلیاردها سال نوری دورتر در عرض چند ثانیه ... لذت‌بخش است.» تام لورنزین[1]

«هیچ‌کس دیگر در گنبد سرد نمی‌نشیند (نه در رصدخانه‌ی پالومار و نه هیچ رصدخانه‌ی حرفه‌ای دیگری)؛ هر روز از آسمان دورتر و دورتر می‌شویم. فقط در اتاق‌های کنترل می‌نشینیم و چشم به مانیتورها می‌دوزیم.» چارلز کوال[2]

«چیزی زیبا و هیجان‌انگیز درباره‌ی فوتون‌های باستانی، که از میان عدسی‌ها و آینه‌ها به سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای چشم من می‌رسند، وجود دارد؛ همین فوتون‌هایی که حالا با شبکیه‌ی چشم من تماس دارند میلیون‌ها سال پیش جرم آسمانی را ترک کرده‌اند.» رَندال وِلِر[3]

«ما از آشنایی با ستاره‌ها لذت می‌بریم. ما در میان هزاران نفری هستیم که ستاره‌ها را دوستان قدیمی خود می‌دانیم که می‌توانیم هر زمان برای فرار از مشکلات روزمرّه‌ی زندگی و تازه کردن ذهن به آن‌ها مراجعه کنیم.» هیوبرت برنهارد، دوروتی بِنِت، و هیو رایس[4]

«چطور می‌توانم عشق رازآلودم به عالم و اشتیاقم را به برقراری ارتباط با آن بیان کنم؟ خیره شدن به ابتدای هر چیز؛ دوباره جوان می‌شویم؛ کودک درون‌مان رها می‌شود.» ران اوانز[5]

«بر این باورم که با نگاه کردن به ستاره‌ها نیازهای عمیق روانی و روحی خودمان را برآورده می‌کنیم.» پدر روحانی اُتو روشه پیچووسکی[6]

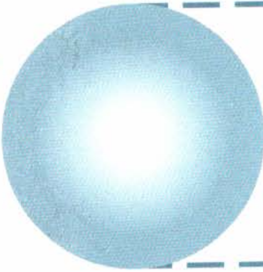
«سپری کردن یک یا دو ساعت در تاریکی شب و تعمق در اعماق پُرستاره‌ی فضا بسیار برای روح تقویت‌کننده است. آن‌چنان از بقیه‌ی دنیا جدا می‌شوید که فقط وقتی بازگردید متوجه می‌شوید؛ وقتی با دستانی پُر از شگفتی‌های دوردست بازگردید که بیشتر مردم حتی تصور هم نمی‌کنند.» آلن مک‌رابرت[7]

«به نظر می‌رسد عالم مایل است همواره ما را در حالتی از بُهت و حیرت نگه دارد.» کی.سی. کول[8]

«دیگر نمی‌توانم به راه شیری نگاه کنم بدون این‌که فکر کنم فرستادگان فضایی از کدام‌یک از آن ابرهای ستاره‌ای می‌آیند؟» سِر آرتور سی. کلارک[9]

۱- Tom Lorenzin
۲- Charles Kowal
۳- Randall Wehler
۴- Hubert Bernhard, Dorothy Bennett, and Hugh Rice
۵- Ron Evans
۶- Fr. Otto Rushe Piechowski
۷- Alen MacRobert
۸- K.C. Cole
۹- Sir Arthur C. Clarke

پیوست ۱



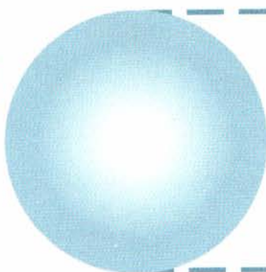
محدوده‌های قدر و تفکیک در تلسکوپ‌ها

در جدول صفحه‌های بعد محدوده‌های قدر و توان تفکیک را در اندازه‌های معمول تلسکوپ‌های امروزی می‌بینید. اندازه‌ی دهانه‌ی این تلسکوپ‌ها از ۲ تا ۱۴ اینچ است. (تلسکوپ ۲/۴ اینچی همان شکستی ۶۰ میلی‌متری یا ۶ سانتی‌متری است که ظاهراً بیش از هر تلسکوپی در جهان موجود است!)

مقادیری که برای کمترین قدر مرئی داده شده برای ستاره‌های تک و بسیار تقریبی است، چراکه ممکن است رصدگرانی با چشمان تربیت‌شده در شرایط رصدی عالی تا یک قدر کم‌نورتر را هم ببینند. دیدن همدم کم‌نورتر ستاره‌های دوتایی با قدری خاص مشکل‌تر از دیدن ستاره‌ای تک با همان قدر است وقتی به‌تنهایی در میدان دید قرار بگیرد. در میان عوامل متعدد مؤثر بر دیدن یا ندیدن یک جرم آسمانی می‌توان به این موارد اشاره کرد، آلودگی نوری، شرایط آسمان، کیفیت ابزارها، اندود آینه و عدسی، طراحی چشمی، رنگ (رده‌ی طیفی) ستاره، و حتی سنّ رصدگر.

برای توان تفکیک سه مقدار در واحد ثانیه‌ی قوس ارایه شده که برای دو ستاره با روشنایی یکسان و از قدر تقریباً ۶ است. این ارقام به‌طرزی قابل‌توجه برای جفت‌های روشن‌تر، کم‌نورتر، و به‌ویژه نایکسان تفاوت می‌کند. DAWES مقداری براساس حدّ داوز (R =۴/۶۵/A)، و RAYLEIGH بر اساس مقیاس رِیلی (R=۵/۵/D)، و MARKOWITZ براساس حدّ مارکوویتز (R=۶/۰/D) است. توجه داشته باشید که در این معادلات «A» (برای گشودگی دهانه) و «D» (برای قطر) یک مقدارند.

اندازه (اینچ)	قدر	DAWES	RAYLEIGH	MARKOWITZ
۲٫۰	۱۰٫۳	۲٫۲۸	۲٫۷۵	۳٫۰۰
۲٫۴	-	۱٫۹۰	۲٫۲۹	۲٫۵۰
۳٫۰	۱۱٫۲	۱٫۵۲	۱٫۸۳	۲٫۰۰
۳٫۵	-	۱٫۳۰	۱٫۵۷	۱٫۷۱
۴٫۰	۱۱٫۸	۱٫۱۴	۱٫۳۸	۱٫۵۰
۴٫۵	-	۱٫۰۱	۱٫۲۲	۱٫۳۳
۵٫۰	-	۰٫۹۱	۱٫۱۰	۱٫۲۰
۶٫۰	۱۲٫۷	۰٫۷۶	۰٫۹۲	۱٫۰۰
۷٫۰	-	۰٫۶۵	۰٫۷۹	۰٫۸۶
۸٫۰	۱۳٫۳	۰٫۵۷	۰٫۶۹	۰٫۷۵
۱۰٫۰	۱۳٫۸	۰٫۴۶	۰٫۵۵	۰٫۶۰
۱۱٫۰	-	۰٫۴۲	۰٫۵۰	۰٫۵۵
۱۲٫۰	-	۰٫۳۸	۰٫۴۶	۰٫۵۰
۱۲٫۵	۱۴٫۳	۰٫۳۶	۰٫۴۴	۰٫۴۸
۱۳٫۰	-	۰٫۳۵	۰٫۴۲	۰٫۴۶
۱۴٫۰	۱۴٫۵	۰٫۳۳	۰٫۳۹	۰٫۴۳



اسامی صورت‌های فلکی

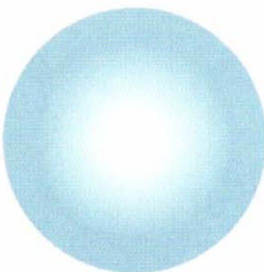
جدول زیر فهرست ۸۸ صورت فلکی آسمان بر اساس استاندارد انجمن بین‌المللی نجوم است. در جدول نام رایج، معادل فارسی، معادل انگلیسی (به همراه علامت اختصاری)، و رتبه‌ی بزرگی هر صورت فلکی را از نظر واحد درجه‌ی مربع می‌بینید.

نام رایج	معادل فارسی	معادل انگلیسی	رتبه‌ی اندازه
آتشدان (مِجمَره)	–	Ara (ARA)	۶۳
آفتاب پرست	–	Chamaeleon (CHA)	۷۹
آندرومدا (امراةالمسلسله)	زن به زنجیر بسته	Andromeda (AND)	۱۹
ارابه‌ران	–	Auriga (AUR)	۲۱
اَسَد	شیر	Leo (LEO)	۱۲
اَسَد اصغر	شیر کوچک	Leo Minor (LMI)	۶۴
اِسکِنه(قلم)	قلم سنگتراش	Caelum (CAE)	۸۱
اکلیل جنوبی	تاج جنوبی	Corona Australis (CRA)	۸۰
اکلیل شمالی	تاج شمالی، کاسه‌ی درویشان	Corona Borealis (CRB)	۷۳
بادبان (شِراع)	–	Vela (VEL)	۳۲

برساوش	–	Perseus (PER)	۲۴
پاره‌اسب (قطعةالفَرَس)	–	Equuleus (EQU)	۸۷
پرگار	–	Circinus (CIR)	۸۵
تار بَست	–	Reticulum (RET)	۸۲
تازی‌ها	سگان شکاری	Canes Venatici (CVN)	۳۸
تکشاخ	–	Monoceros (MON)	۳۵
تلسکوپ	–	Telescopium (TEL)	۵۷
تلمبه	–	Antila (ANT)	۶۲
تِنّین (اژدها)	–	Draco (DRA)	۸
توکان	–	Tucana (TUC)	۴۸
ثُمن	هشت‌یک	Octans (OCT)	۵۰
ثور	گاو	Taurus (TAU)	۱۷
جاثی	بر زانو نشسته	Hercules (HER)	۵
جام (باطیه)	–	Crater (CRT)	۵۳
جبار	شکارچی	Orion (ORI)	۲۶
جَدی	بُزماهی	Capricornus (CAP)	۴۰
حجار	سنگتراش	Sculptor (SCL)	۳۶
شاه‌تخته (حمّال)	–	Carina (CAR)	۳۴
حَمَل	بره–قوچ	Aries (ARI)	۳۹
حوت	ماهی	Pisces (PSC)	۱۴
حوت جنوبی	ماهی جنوبی	Piscis Austrinus (PSA)	۶۰
خرگوش (اَرنَب)	–	Lepus (LEP)	۵۱
خط‌کش	–	Norma (NOR)	۷۴
دب‌اصغر	خرس کوچک	Ursa Minor (UMI)	۵۶
دب‌اکبر	خرس بزرگ	Ursa Major (UMA)	۳
دجاجه	ماکیان، قو	Cygnus (CYG)	۱۶
دُرنا	–	Grus (GRU)	۴۵
دلفین	–	Delphinus (DEL)	۶۹

دَلو	آبریز	Aquarius (AQR)	۱۰
دوپیکر (جوزا)	–	Gemini (GEM)	۳۰
ذات‌الکرسی	خداوند کرسی	Cassiopeia (CAS)	۲۵
روباهک	–	Vulpecula (VUL)	۵۵
زرافه	–	Camelopardalis (CAM)	۱۸
ساعت	–	Horologium (HOR)	۵۸
سِپَر	–	Scutum (SCT)	۸۴
سرطان	خرچنگ	Cancer (CNC)	۳۱
سُدس(سِکستانت)	–	Sextans (SEX)	۴۷
سنبله	دوشیزه، خوشه	Virgo (VIR)	۲
سوسمار(چلپاسه)	–	Lacerta (LAC)	۶۸
سه‌پایه	سه‌پایه‌ی نقاشی	Pictor (PIC)	۵۹
سَهم (تیر)	–	Sagitta (SGE)	۸۶
سیاه‌گوش(وَشَق)	–	Lynux (LYN)	۲۸
شجاع	نَرمار	Hydra (HYA)	۱
شلیاق	چنگ رومی	Lyra (LYR)	۵۲
صلیب جنوبی	چَلیپا	Crux (CRU)	۸۸
طاووس	–	Pavo (PAV)	۴۴
عقاب	–	Aquila (AQL)	۲۲
عقرب	کژدم	Scorpius (SCO)	۳۳
عوّا	گاوران	Bootes (BOO)	۱۳
فَرَس اعظم (فَرَس)	اسب بالدار	Pegasus (PEG)	۷
قُقنوس	عَنقا	Phoenix (PHE)	۳۷
قطب‌نما		Pyxis (PYX)	۶۵
قِنطورِس	–	Centaurus (CEN)	۹
قوس	کمان، نیم‌اسب، رامی	Sagittarius (SGR)	۱۵
قَیطِس	نهنگ	Cetus (CET)	۴
قیفاووس	–	Cepheus (CEP)	۲۷

۵۴	Columba (COL)	–	کبوتر
۲۰	Puppis (PUP)	–	کشتی‌دُم
۷۰	Corvus (CRV)	–	کلاغ (غُراب)
۷۱	Canis Minor (CMI)	سگ کوچک	کلب‌اصغر
۴۳	Canis Major (CMA)	سگ بزرگ	کلب‌اکبر
۴۱	Fornax (FOR)	–	کوره
۷۵	Mensa (MEN)	–	کوه‌میز
۴۶	Lupus (LUP)	–	گرگ
۴۲	Coma Berenices (COM)	–	گیسوان برنیکه (گیسو)
۲۳	Serpens (SER)	–	مار (حیّه)
۶۱	Hydrus (HYI)	–	مار آبی
۱۱	Ophiuchus (OPH)	مار به دوش	مارافسای (حوّا)
۷۶	Volans (VOL)	–	ماهی پرنده
۷	Dorado (DOR)	–	ماهی‌طلایی
۷۸	Triangulum (TRI)	–	مثلث
۸۳	Triangulum Australe (TRA)	–	مثلث جنوبی
۶۷	Apus (APS)	–	مرغ بهشتی
۷۷	Musca (MUS)	–	مگس
۲۹	Libra (LIB)	–	میزان (ترازو)
۶۶	Microscopium (MIC)	–	میکروسکوپ
۶	Eridanus (ERI)	رود	نهر
۴۹	Indus (IND)	–	سرخپوست (هِندی)



پیوست ۳

فهرست ویــــژه‌ی اجــرام آسمانی

فهرست زیر مجموعه‌ی ۳۰۰ جواهر آسمانی برای رصد و کاوش با تلسکوپ‌های ۲ تا ۱۴ اینچی است. تقریباً همه‌ی آن‌ها را با کوچک‌ترین تلسکوپ‌ها، و بسیاری را حتی با دوربین دوچشمی، می‌توانید ببینید. فهرست به ترتیب حروف الفبا بر اساس صورت فلکی میزبان اجرام مرتب شده و برای هر جرم شرح مختصری ارایه شده است. منبع این فهرست *نقشه‌ی آسمان ۲۰۰۰/۰* و *فهرست ستاره‌های دوتایی واشنگتن* بوده است.

بُعد به ساعت و دقیقه و مِیل به درجه و دقیقه بر اساس داده‌های استاندارد جاری داده شده‌اند. دیگر عناوین جدول عبارتهاند از، نوع جرم[۱]، قدر بصری ظاهری، و اندازه یا جدایی زاویه‌ای به ثانیه‌ی قوس. (زاویه‌ی موقعیت ستاره‌های دوتایی گفته نشده است، به‌سبب سردرگمی ناشی از استفاده‌ی متداول چُپُقی در تلسکوپ‌های شکستی و ترکیبی که تصویر وارونه‌ی جانبی از جرم ارایه می‌دهند. علاقه‌مندانی که مایل‌اند آخرین مقادیر این کمیت را داشته باشند می‌توانند به فهرست آن‌لاین ستاره‌های دوتایی رصدخانه‌ی نیروی دریایی ایالات متحده در واشنگتن به نشانی **http://ad.usno.navy.mil/wds** مراجعه کنند.) فاصله‌ی تقریبی جرم به سال نوری نیز در بیشتر موارد در انتهای توضیحات ذکر شده است.

ستاره‌های دوتایی و چندتایی این فهرست را پُر کرده‌اند، یکی به علت فراوانی آن‌ها در آسمان و دیگر به علت این‌که حتی در شب‌های نامناسب هم به‌خوبی دیده می‌شوند. این فهرست تا میل ۴۵- درجه، آن سه‌چهارم آسمان که از عرض‌های جغرافیایی شمالی میانه دیده می‌شود، را پوشش می‌دهد. (دو جرم آسمانی که باید حتماً دیده شوند پایین‌تر از این میل قرار دارند.)

۱- راهنمای جدول: **س**= ستاره‌های تکی قدر اول/با رنگ مشخص/متغیر؛ **س‌د**= ستاره‌های دوتایی یا چندتایی؛ **ص‌و**= صورت‌واره‌ها یا اجتماعات ستاره‌ای؛ **خ‌ب**= خوشه‌ی باز؛ **خ‌ک**= خوشه‌ی کروی؛ **س‌ن**= سحابی نشری؛ **س‌س**= سحابی سیاره‌نما؛ **ب‌ا**= بازمانده‌ی ابرنواختر؛ **ک**= کهکشان.

جرم/صورت فلکی	بُعد	مِیل	نوع	قدر(ها)	اندازه یا جدایی	شــــرح
گاما–آندرومدا	۰۲ ۰۴	+۴۲ ۲۰	س‌د	۲/۳، ۵/۵	″۱۰	عَناق‌الاَرض. ستاره‌ی دوتایی زیبا و درخشان نارنجی و آبی. همدم B ستاره‌ی دوتایی نزدیک آبی و سبز در تلسکوپ‌های ۸ اینچی و بالاتر است. (۳۰۰ سال نوری)
۵۹–آندرومدا	۰۲ ۱۱	+۳۹ ۰۲	س‌د	۶/۱، ۶/۸	″۱۷	دوتایی آبی–سفید
۵۶–آندرومدا	۰۱ ۵۶	+۳۷ ۱۵	س‌د	۵/۷، ۵/۹	″۱۹۰	جفت طلایی دور از هم، در لبه‌ی جنوب غربی خوشه‌ی ستاره‌ای ۷۵۲ NGC (۳۶۰ سال نوری)
NGC ۷۵۲ / آندرومدا	۰۱ ۵۸	+۳۷ ۵۰	خب	۵/۷	′۵۰	گروهی بزرگ و وسیع از ۶۰ ستاره (۱۲۰۰ سال نوری)
M۳۱				۳/۵		
M۳۲	۰۰ ۴۳	+۴۱ ۱۶	ک	۸/۲	′۶۳×′۱۷۸ ′۶×′۸ ′۱۰×′۱۷	کهکشان آندرومدا و همراهانش. هسته، صفحه، بازوهای مارپیچی غبارآلود، همه واضح‌اند. نمایی شگفت‌انگیز در دوربین دوچشمی! (۲۴۰۰۰۰۰ سال نوری)
M۱۱۰ / آندرومدا				۸/۰		
NGC ۷۶۶۲ / آندرومدا	۲۳ ۲۶	+۴۲ ۳۳		۸/۵	″۲۸×″۳۲	گلوله‌برفی آبی. تحم‌مرغ کوچک اما جذاب کیهانی! (۵۶۰۰ سال نوری)
NGC ۸۹۱ / آندرومدا	۰۲ ۲۳	+۴۲ ۴۲	ک	۱۰/۰	′۲×′۱۱	کهکشانی کم‌فروغ با نوارهای غبارآلود که از لبه دیده می‌شود. (۱۳ میلیون سال نوری)
آلفا–ارابه‌ران	۰۵ ۱۷	+۴۶ ۰۰	س	۰/۰۸	-	عیّوق. خورشید زرد–طلایی درخشان! (۴۲ سال نوری)
تِتا–ارابه‌ران	۰۶ ۰۰	+۳۷ ۱۳	س‌د	۲/۶، ۷/۱	″۴	دوتایی نزدیک به هم با اختلاف قدر آشکار برای شب‌های پایدار. به رنگ‌های یاسی و زرد (۱۱۰ سال نوری)
۱۴–ارابه‌ران	۰۵ ۱۵	+۳۲ ۴۱	س‌د	۵/۱، ۷/۴-۷/۹	″۱۵	دوتایی با همدم متغیر

UU–ارابه‌ران	۰۶ ۳۶	+۳۸ ۲۷	س	۶/۵-۵/۳	-	زیبا به رنگ قرمز
M۳۶ ،ارابه‌ران	۰۵ ۳۶	+۳۴ ۰۸	خب	۶/۰	۱۲′	خوشه‌ی زیبایی از حدود ۶۰ ستاره (۴۰۰۰ سال نوری)
M۳۷ ،ارابه‌ران	۰۵ ۵۲	+۳۲ ۳۳	خب	۵/۶	۲۴′	جعبه‌جواهری پُرستاره و منظم. بهترین در ارابه‌ران (۴۵۰۰ سال نوری)
M۳۸ ،ارابه‌ران	۰۵ ۲۹	+۳۵ ۵۰	خب	۶/۴	۲۱′	حدود صد ستاره در خوشه‌ای به شکل صلیب مورّب (۴۰۰۰ سال نوری)
اِپسیلون–اسب بالدار	۲۱ ۴۴	+۰۹ ۵۲	س‌د	۸/۵ ،۲/۴	۱۴۳″	ستاره‌های زرد و بنفش (۷۸۰ سال نوری)
M۱۵ ،اسب بالدار	۲۱ ۳۰	+۱۲ ۱۰	خ‌ک	۶/۴	۱۲′	خوشه‌ی ستاره‌ای غنی با هسته‌ای فشرده (۳۴۰۰۰ سال نوری)
NGC ۷۳۳۱ ،اسب بالدار	۲۲ ۳۷	+۳۴ ۲۵	ک	۹/۵	۱۱′x۴′	کهکشان مارپیچی بزرگ و درخشان و تقریباً از لبه (۵۰ میلیون سال نوری)
آلفا–اَسَد	۱۰ ۰۸	+۱۱ ۵۸	س‌د	۷/۷ ،۱/۴	۱۷۷″	ستاره‌های قلب‌الاَسَد/ایندیگو. جفتی با اختلاف قدر آشکار به رنگ‌های آبی و سفید (۷۸ سال نوری)
گاما–اَسَد	۱۰ ۲۰	+۱۹ ۵۱	س‌د	۳/۵ ،۲/۲	۴″	ستاره‌ی جبهه. خورشیدهای درخشان طلایی. از بهترین ستاره‌های دوتایی در آسمان با تناوب ۶۲۰ سال (۱۷۰ سال نوری)
۵۴–اسد	۱۰ ۵۶	+۲۴ ۴۵	س‌د	۶/۳ ،۴/۵	۶″	جفت دوست‌داشتنی و کمتر شناخته‌شده‌ی آبی–سفید و سبز–سفید (۱۵۰ سال نوری)
R–اسد	۰۹ ۴۸	+۱۱ ۲۶	س	۱۰/۵-۴/۴	-	ستاره‌ی متغیر پِلتیه. طی دوره‌اش رنگ‌های سرخ تا نارنجی را دارد (۶۰۰ سال نوری)
M۶۵				۹/۳	۱۰′x۳′	
M۶۶	۱۱ ۱۹	+۱۳ ۰۵	ک	۹/۰	۸′x۴′	سه‌تاییِ اَسد. مجموعه‌ای سه‌تایی از کهکشان‌های مارپیچی درخشان درون یکَ میدان دید وسیع. منظره‌ای شگفت‌آور (۳۰ میلیون سال نوری)
NGC ۳۶۲۸ ،اسد				۹/۵	۱۵′x۴′	

پیوست ۳

M۹۵				۹/۷	۷'×۵'	
M۹۶	۱۰ ۴۴	+۱۱ ۴۲	ک	۹/۲	۷'×۵'	مجموعه‌ی سه‌تایی دیگری از کهکشان‌ها در یک میدان دید در اسد (۳۰ میلیون سال نوری)
M۱۰۵ / اسد				۹/۳	۴'×۴'	
NGC ۲۹۰۳ / اسد	۰۹ ۳۲	+۲۱ ۳۰	ک	۸/۹	۱۳'×۷'	یکی از بهترین کهکشان‌های آسمان که از دید مسیه پنهان ماند اما به‌آسانی پیدا می‌شود. (۳۰ میلیون سال نوری)
گاما–اِکلیل جنوبی	۱۹ ۰۶	-۳۷ ۰۴	س‌د	۴/۸، ۵/۱	۱/۳"	دوتایی زرد رنگ. ستاره‌ها مرتبط به هم به نظر می‌آیند. (۶۹ سال نوری)
زِتا–اکلیل شمالی	۱۵ ۳۹	+۳۶ ۳۸	س‌د	۵/۱، ۶/۰	۶"	جفت زیبایی به رنگ‌های آبی–سفید و سبز–سفید
سیگما–اکلیل شمالی	۱۶ ۱۵	+۳۳ ۵۲	س‌د	۵/۶، ۶/۶	۷"	مانند جفت زِتاست اما با ستاره‌های زردرنگ و با تناوب ۱۰۰۰ ساله
گاما–بادبان	۰۸ ۱۰	-۴۷ ۲۰	س‌د	۱/۸، ۴/۳	۴۱"	یکی از زیباترین دوتایی‌های درخشان آبی در آسمان (۱۰۰۰ سال نوری)
NGC ۳۱۳۲ / بادبان	۱۰ ۰۸	-۴۰ ۲۶		۸/۲	۸۴"×۵۲"	سحابی سیاره‌نمای هشت‌فوران. یکی از درخشان‌ترین‌ها در آسمان. سحابی بیضوی‌شکل سفید با ستاره‌ای از قدر ۹ در مرکزش و نشانه‌هایی از حلقه‌های چندتایی (۲۰۰۰ سال نوری)
اِتا–برساوش	۰۲ ۵۱	+۵۵ ۵۴	س‌د	۳/۸، ۸/۵	۲۸"	جفتی با اختلاف قدر و رنگ آشکار. نارنجی و آبی (۸۹۰ سال نوری)
آلفا–برساوش/مِل ۲۰	۰۳ ۲۲	+۴۹ ۰۰	ص‌و	۱/۸، ۱/۲	۱۸۵'	اجتماع ستاره‌های مِرفَق / آلفا–برساوش. جرمی شگفت‌آور برای رصد با دوربین‌های دوچشمی (۶۰۰ سال نوری)
بتا–برساوش	۰۳ ۰۸	+۴۰ ۵۷	س	۲/۱-۳/۴	-	ستاره‌ی رأس‌الغول / دیو. ستاره‌ی گرفتی برای چشم برهنه با تناوب ۲/۹ روز (۱۰۰ سال نوری)
M۳۴ / برساوش	۰۲ ۴۲	+۴۲ ۴۷	خب	۵/۲	۳۵'	منظره‌ای بسیار زیبا (۱۵۰۰ سال نوری)
M۷۶ / برساوش	۰۱ ۴۲	+۵۱ ۳۴		۱۱/۵	۱۴۰"×۷۰"	سحابی دمبل کوچک / پروانه. نمونه‌ی کوچک و کم‌نورتری از سحابی دمبل در روباهک به رنگ سفید مرواریدی (۴۰۰۰ سال نوری)

NGC ۸۶۹ و	۰۲ ۱۹	+۵۷ ۰۹	خب	۳/۵	۳۰'	خوشه‌ی دوتایی. دو خوشه‌ی جذاب و درخشان که با هم تداخل دارند. جعبه‌های جواهرات ستاره‌ای رنگی و چشمگیر. نمایی خارق‌العاده در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان دید باز در همه‌ی اندازه‌ها. مرتبط به هم. (۷۲۰۰۰ و ۷۵۰۰۰ سال نوری)
NGC ۸۸۴ / برساوش			خب	۳/۶	۳۰'	
اِپسیلون=۱–پاره‌اسب	۲۰ ۵۹	+۰۴ ۱۸	س‌د	۵/۴، ۷/۱	۱۰"	جفت ستاره‌های زردرنگ. ستاره‌ی اصلی دوتایی بصری نزدیک ("۰/۷) است. (۲۰۰ سال نوری)
لاندا=۲–پاره‌اسب	۲۱ ۰۲	+۰۷ ۱۱	س‌د	۷/۴، ۷/۴	۳"	دوتایی‌های بسیار نزدیک به هم اما یکسان و جذاب
آلفا–تازی‌ها	۱۲ ۵۶	+۳۸ ۱۹	س‌د	۲/۹، ۵/۵	۲۰"	الجدی. ستاره دوتایی جذاب آبی–سفید. یکی از بهترین‌ها (۱۳۰ سال نوری)
Y–تازی‌ها	۱۲ ۴۵	+۴۵ ۲۶	س	۵/۵-۶/۰	-	فانوس آتشین سرخ و نارنجی در میان ستاره‌ها (۴۰۰ سال نوری)
M۳ / تازی‌ها	۱۳ ۴۲	+۲۸ ۲۳	خ‌ک	۶/۴	۱۶'	نخستین خوشه‌ی کروی درخشان فصل بهار (۳۵۰۰۰ سال نوری)
M۵۱ / تازی‌ها	۱۳ ۳۰	+۴۷ ۱۲	ک	۸/۴	۱۱'x۸'	کهکشان گردابی راس. کهکشان بزرگی از روبه‌رو (۳۱ میلیون سال نوری)
M۶۳ / تازی‌ها	۱۳ ۱۶	+۴۲ ۰۲	ک	۸/۶	۱۲'x۸'	کهکشان گل آفتاب‌گردان. گل بزرگ کیهانی (۳۵ میلیون سال نوری)
M۹۴ / تازی‌ها	۱۲ ۵۱	+۴۱ ۰۷	ک	۸/۲	۱۱'x۹'	کهکشان مارپیچی کوچک و فشرده و درخشان (۲۲ میلیون سال نوری)
M۱۰۶ / تازی‌ها	۱۲ ۱۹	+۴۷ ۱۸	ک	۸/۳	۱۸'x۸'	کهکشان مارپیچی درخشان و بزرگ برای تلسکوپ‌های کوچک (۳۳ میلیون سال نوری)
NGC ۴۶۳۱ / تازی‌ها	۱۲ ۴۲	+۳۲ ۳۲	ک	۹/۳	۱۵'x۳'	کهکشان نهنگ کوهان‌دار. مارپیچی بزرگی از لبه (۳۹ میلیون سال نوری)
بتا–تکشاخ	۰۶ ۲۹	-۰۷ ۰۲	س‌د	۴/۷، ۵/۴، ۵/۶	۷" و ۱۰"	ستاره‌ی شگفت‌انگیز هرشل. ستاره‌ی سه‌تایی جذاب همه به رنگ آبی–سفید که مثلث ظریفی را می‌سازند. جدایی مؤلفه‌های B و C از هم ۳ درجه است. (۷۰۰ سال نوری)
اپسیلون=۸–تکشاخ	۰۶ ۲۴	+۰۴ ۳۶	س‌د	۴/۵، ۶/۵	۱۳"	جفت زیبای آبی و طلایی در زمینه‌ی پُرستاره‌ی راه شیری
M۵۰ / تکشاخ	۰۷ ۰۳	-۰۸ ۲۰	خب	۵/۹	۱۶'	جعبه‌ی جواهری زیبا از دست‌کم ۱۰۰ ستاره. (۲۹۰۰ سال نوری)

۱۲-تکشاخ/ NGC ۲۲۴۴	۰۶ ۳۲	+۰۴ ۵۲	خب	۴/۸	۲۴'	خوشه و سحابی رُزت. سحابی عظیم و کم‌نور حلقه‌شکلی که دورتادور خوشه‌ای نامنظم از ستَاره‌های تازه‌متولدشده را فرا گرفته است. در مرکز این خوشه ستاره‌ای زردرنگ قرار دارد. (۲۶۰۰ سال نوری)
۲۲۳۷NGC-۹ NGC ۲۲۴۶			سن	-	۸۰'x۶۰'	
S-تکشاخ =۱۵ NGC ۲۲۶۴	۰۶ ۴۱	+۰۹ ۵۳	خب	۳/۹	۲۰'	خوشه‌ی درخت کریسمس. خوشه‌ای بزرگ و درخشان با بیش از ۴۰ ستاره که به شکل درخت کاجی کله‌پا در آسمان می‌درخشد. (۲۶۰۰ سال نوری)
R-تکشاخ NGC ۲۲۶۱	۰۶ ۳۹	+۰۸ ۴۴	سن	-	۲'x۱'	سحابی متغیر هابل. سحابی کوچک و دنباله‌دارمانندی که به‌سبب تپیدن ستاره‌ی متغیر درونش اندازه و شکل و روشنایی آن تغییر می‌کند. (۲۶۰۰ سال نوری)
U-تلمبه	۱۰ ۳۵	-۳۹ ۳۴	س	۶/۸-۵/۴	-	ستاره‌ی کربنی سرخ جذاب. به‌سبب ارتفاع کم از افق نسبتاً کم رصد شده.
مو-تنیین (اژدها)	۱۷ ۰۵	+۵۴ ۲۸	سد	۵/۷، ۵/۷	۲"	دوتایی همانند زردرنگ با تناوب ۴۸۰ سال (۸۲ سال نوری)
نو-تنیین	۱۷ ۳۲	+۵۵ ۱۱	سد	۴/۹، ۴/۹	۶۲"	دوتایی همانند دیگری اما درخشان‌تر و با جدایی بسیار بیشتر از مو-اژدها. هر دو به رنگ سفید. جفتی جذاب در دوربین دوچشمی (۱۲۰ سال نوری)
پسی-تنیین	۱۷ ۴۲	+۷۲ ۰۹	سد	۴/۹، ۶/۱	۳۰"	جفت زیبایی به رنگ‌های یاسی و زرد. آسان برای تلسکوپ‌های کوچک
۱۷٫۱۶-تنیین	۱۶ ۳۶	+۵۲ ۵۵	سد	۵/۴، ۶/۴، ۵/۵	۳"، ۹۰"	منظومه‌ی ستاره‌ای سه‌تایی زیبایی شبیه مو-عوّا اما خود ستاره‌ی اصلی دوتایی است. همگی سفیدرنگ‌اند.
۴۱٫۴۰-تنیین	۱۸ ۰۰	+۸۰ ۰۰	سد	۵/۷، ۶/۱	۱۹"	جفت زرد کم‌رنگ با ستاره‌ای از قدر ۷/۵ در نزدیکی آن
RY-تنیین	۱۲ ۵۶	+۶۶ ۰۰	س	۷/۳-۶/۸	-	یاقوتی درخشان!

UX–تنین	۱۹ ۲۲	+۷۶ ۳۴	س	۷/۱-۵/۹	-	خورشیدی دیگر به رنگ سرخ درخشان
NGC ۶۵۴۳ / تنین	۱۷ ۵۹	+۶۶ ۳۸		۸/۸	۲۲″×۱۶″	سحابی چشم گربه یا حلزون. سحابی تخم‌مرغ‌شکل آبی–سبز با ستاره‌ی قدر ۱۰ در مرکزش. یکی از بهترین سحابی‌های سیاره‌نما که همواره بالای افق است. (۳۵۰۰ سال نوری)
NGC ۵۹۰۷ / تنین	۱۵ ۱۶	+۵۶ ۱۹	ک	۱۰/۴	۱۲′×۲′	کهکشان تراشه‌ی چوب. مارپیچی بلند و باریکی از لبه (۳۵ میلیون سال نوری)
۱۱۸–ثور	۰۵ ۲۹	+۲۵ ۰۹	س‌د	۵/۸، ۶/۶	۵″	جفتی زیبا به رنگ‌های آبی–سفید و آبی
آلفا–ثور	۰۴ ۳۶	+۱۶ ۳۱	س	۱/۰-۰/۸	-	دَبَران. جواهر نارنجی‌رنگ دوست‌داشتنی که در برابر خوشه‌ی قلائص می‌درخشد. (۶۵ سال نوری)
تِتا–۱/۲ ثور	۰۴ ۲۹	+۱۵ ۵۲	س‌د	۳/۴، ۳/۸	۳۳۷″	جفتی با فاصله در خوشه‌ی قلائص که با چشم برهنه و دوربین دوچشمی دیده می‌شود. به رنگ‌های زرد و سفید
مِل ۲۵–ثور	۰۴ ۲۹	+۱۵ ۵۲	خ‌ب	۰/۵	۳۳۰′	خوشه‌ی قلائص. مجموعه‌ی ستاره‌ای عظیم، درخشان و جذابی به شکل حرف انگلیسی V که پُر است از جفت‌های ستاره‌ای و ستاره‌های رنگین. نمایی شگفت با چشم برهنه و دوربین دوچشمی (۱۵۰ سال نوری)
M۱ / ثور	۰۵ ۳۴	+۲۲ ۰۱	ب‌ا	۸/۴	۶′×۴′	سحابی خرچنگ. بازمانده‌ی مشهور انفجار ابرنواختری سال ۱۰۵۴ میلادی با ستاره‌ی نوترونی/تَپ‌اختری در مرکزش که با سرعت به دور خودش می‌گردد. این سحابی بیضی نامنظمی است که با نور کم‌رنگی می‌درخشد و لبه‌هایی ناصاف و رگه‌رگه دارد. ستاره‌ی دوتایی نزدیک استروو–۷۴۲ (۷/۲، ۷/۸، ۴″) هم در میدان دید در کنار این سحابی دیده می‌شود. (۶۳۰۰ سال نوری)
M۴۵ / ثور	۰۳ ۴۷	+۲۴ ۰۷	خ‌ب	۱/۲	۱۱۰′	خوشه‌ی ستاره‌ایِ پروین. درخشان‌ترین، بهترین و شناخته‌شده‌ترین خوشه‌ی ستاره‌ای در کل آسمان شب! اجتماع ستاره‌ای درخشانی از الماس‌های آبی–سفید. نمایی شگفت با چشم برهنه، دوربین دوچشمی و تلسکوپ. منظره‌ای تکان‌دهنده! (۴۱۰ سال نوری)
NGC ۱۵۱۴ / ثور	۰۴ ۰۹	+۳۰ ۴۷		۱۰/۹	۲′	سحابی دایره‌ای کم‌نوری که اطراف ستاره مرکزی از قدر ۹ را فرا گرفته است.

آلفا-جاثی	۱۷ ۱۵	+۱۴ ۲۳	س‌د	۳/۱-۳/۹، ۵/۴	۵″	رأس‌الجاثی. جفت ستاره‌ی درخشانی با رنگ‌های آشکار نارنجی و سبز-آبی. ستاره‌ی اصلی ستاره‌ای متغیر و نیمه‌منظم و تپنده است. (۳۸۰ سال نوری)
دلتا-جاثی	۱۷ ۱۵	+۲۴ ۵۰	س‌د	۳/۱، ۸/۷	۱۴″	ستاره‌ی دوتایی بسیار ظریف و مشهور اُپتیکی (نامرتبط). سفید و بنفش (۹۴ سال نوری)
کاپا-جاثی	۱۶ ۰۸	+۱۷ ۰۳	س‌د	۵/۳، ۶/۵	۲۸″	جواهرات جذاب زرد و نارنجی‌رنگ
زِتا-جاثی	۱۶ ۴۱	+۳۱ ۳۶	س‌د	۲/۹، ۵/۵	۰/۷″	دوتایی پُرسرعت هرشل با تناوب ۳۴ سال (۳۰ سال نوری)
رو-جاثی	۱۷ ۲۴	+۳۷ ۰۹	س‌د	۴/۶، ۵/۶	۴″	جفت‌ستاره‌ی درخشان و جذاب آبی و سبز
۹۵-جاثی	۱۸ ۰۲	+۲۱ ۳۶	س‌د	۵/۰، ۵/۱	۶″	جفت‌ستاره‌های دوست‌داشتنی با رنگ‌های جذاب سبز و قرمز (۳۸۰ سال نوری)
۱۰۰-جاثی	۱۸ ۰۸	+۲۶ ۰۶	س‌د	۵/۹، ۶/۰	۱۴″	جفت دیگری که از هم فاصله‌ی بیشتری دارند و رنگ‌شان سفید کم‌سو است. کمتر شناخته شده است.
M۱۳ / جاثی	۱۶ ۴۲	+۳۶ ۲۸	خ‌ک	۵/۹	۱۷′	خوشه‌ی جاثی. یک کندوی ستاره‌ای فوق‌العاده! در دوربین‌های دوچشمی گویی مه‌آلود است و در تلسکوپ‌های ۶ اینچی به بالا تفکیک می‌شود. (۲۴۰۰۰ سال نوری)
M۹۲ / جاثی	۱۷ ۱۷	+۴۳ ۰۹	خ‌ک	۶/۵	۱۱′	خوشه‌ی در سایه! که زیر سایه‌ی خوشه‌ی M۱۳ قرار دارد. با مرکزی فشرده. (۲۶۰۰۰ سال نوری)
NGC ۶۲۱۰ / جاثی	۱۶ ۴۴	+۲۳ ۴۹		۹/۳	۲۰″x۱۶″	قرصی کوچک به رنگ آبی و بدون ویژگی خاص. برای نمای بهتر به بزرگنمایی نیاز است. (۳۶۰۰ سال نوری)
NGC ۶۲۲۹ / جاثی	۱۶ ۴۷	+۴۷ ۳۲	خ‌ک	۹/۴	۴′	مدت‌ها با سحابی سیاره‌نما اشتباه گرفته می‌شد. (۹۰ هزار سال نوری)
آلفا-جبار	۰۵ ۵۵	+۰۷ ۲۴	س	۰/۴-۱/۳	-	یدالجوزا. اَبَرغول سرخ آتشین. جواهری درخشان (۵۲۰ سال نوری)

بتا–جبار	۰۵ ۱۴	-۰۸ ۱۲	س‌د	۰/۱، ۶/۸	۱۰″	رجل‌الجبار. ستاره‌ی ابرغول زیبا و درخشان آبی–سفید. مؤلفه‌ی کم‌نورتر باعث اختلاف قدر بسیار چشمگیر شده است. (۷۷۰ سال نوری)
اِتا–جبار	۰۵ ۲۵	-۰۲ ۲۴	س‌د	۳/۱-۳/۴، ۴/۸	۱/۵″	دوتایی درخشان و آبی نزدیک به هم. خود ستاره‌ی اصلی ستاره‌ی دوتایی گرفتی با تناوب ۸ روز است. (۱۴۰۰ سال نوری)
لاندا–جبار	۰۵ ۳۵	+۰۹ ۵۶	س‌د	۳/۶، ۵/۵	۴″	جفت‌ستاره‌ی آبی–سفید با ردّی از رنگ بنفش (۹۰۰ سال نوری)
دلتا–جبار	۰۵ ۳۲	-۰۰ ۱۸	س‌د	۱/۹-۲/۱، ۶/۳	۵۳″	جفتی با فاصله از هم و با اختلاف قدر زیاد. ستاره‌ی اصلی متغیر گرفتی است. دوتایی به رنگ‌های سبز–سفید و آبی کم‌رنگ یا بنفش. نمایی زیبا در دوربین‌های دوچشمی (۱۴۰۰ سال نوری)
زِتا–جبار	۰۵ ۴۱	-۰۱ ۵۷	س‌د	۱/۹، ۴/۰	۲/۵″	دوتایی درخشان و نزدیکی به رنگ‌های آبی–سفید. سحابی شعله (NGC ۲۰۲۴) هم در میدان دید است. (۱۴۰۰ سال نوری)
۲۳–جبار	۰۵ ۲۳	+۰۳ ۳۳	س‌د	۵/۰، ۷/۱	۳۲″	دوتایی آسان در رصد. هر دو ستاره به رنگ آبی–سفید
سیگما–جبار	۰۵ ۳۹	-۰۲ ۳۶	س‌د	۴/۰، ۱۰/۳، ۷/۶، ۶/۵	۱۱″، ۱۳″، ۴۳″	ستاره‌ی چندتایی زیبا و رنگی در کنار ستاره‌ی سه‌تایی استروو–۷۶۱ (۸″، ۶۸″، ۹/۰، ۸/۵، ۸/۰) در یک میدان دید (۱۲۰۰ سال نوری)
یوتا–جبار	۰۵ ۳۵	-۰۵ ۵۵	س‌د	۲/۸، ۶/۹	۱۱″	جفت الماس‌مانند در کنار ستاره‌ی دوتایی استروو–۷۴۷ (۳۶″، ۵/۷، ۴/۸) در یک میدان دید که منظومه‌ی عظیم دوتایی دوتایی را می‌سازند! (۲۰۰۰ سال نوری)
تتا–۱–جبار	۰۵ ۳۵	-۰۵ ۲۳	س‌د	۶/۴، ۷/۹، ۵/۱، ۶/۷	۹″، ۱۳″، ۲۲″	منظومه‌ی ستاره‌ای چندتایی مشهور «ذوزنقه» در قلب سحابی جبار. نمایی شگفت‌انگیز؛ همچون الماس‌هایی بر مخمل سبز! به همراه چندین همراه کم‌نورتر؛ یک خوشه‌ی ستاره‌ای واقعی در حال شکل‌گیری است! (۱۶۰۰ سال نوری)

پیوست ۳

M۴۲ / M۴۳ / جبار	۰۵ ۳۵	-۰۵ ۲۳	س‌ن	۴/۰، ۹/۰	۶۶'x۶۰' ۲۰'x۱۰'	سحابی جبار. بهترین سحابی نشری در آسمان و شاید باشکوه‌ترین شگفتی اعماق آسمان (البته به استثنای خود راه شیری). ابر خارق‌العاده‌ی پروانه‌شکلی با بال‌ها و حلقه‌هایی که میدان دید را پُر می‌کنند. با رنگ‌های آشکار و شفاف سبز زمردی و آبی فیروزه‌ای و ردپای کم‌رنگی از صورتی با الماس‌های خوشه‌ی ذوزنقه در قلبش که وصفش در کلام نمی‌گنجد! (۱۶۰۰ سال نوری)
تتا-۲-جبار	۰۵ ۳۵	-۰۵ ۲۵	س‌د	۵/۲، ۶/۶	۵۲"	جفتی با فاصله به رنگ‌های آبی-سفید در سحابی جبار
W-جبار	۰۵ ۰۵	+۰۱ ۱۱	س	۷/۰-۶/۲	-	تابش سرخ یاقوتی آن در شب‌های سرد زمستانی رصدگر را گرم می‌کند!
BL-جبار	۰۶ ۲۶	+۱۴ ۴۳	س	۷/۰-۶/۳	-	یاقوتی دیگر. دوقلوی همسان W-جبار هم در رنگ و هم در روشنایی
M۷۸ / جبار	۰۵ ۴۷	+۰۰ ۰۳	س‌ن	۸/۰	۸'x۶'	سحابی دنباله‌دارمانند با شکلی عجیب با دو ستاره‌ی کم‌فروغ (۱۴۰۰ سال نوری)
COL ۷۰ / جبار	۰۵ ۳۶	-۰۱ ۰۰	خ‌ب	۰/۴	۱۵۰'	خوشه‌ی اِپسیلون-جبار. خوشه‌ی ستاره‌ای جذاب دورتادور ستاره‌ی مرکزی کمربند جبار در نمای دوربین دوچشمی و تلسکوپ
آلفا-۲/۱-جدی	۲۰ ۱۸	-۱۲ ۳۳	س‌د	۳/۶، ۴/۲	۳۸۰"	ستاره‌ی دوتایی برای چشم برهنه و دوربین دوچشمی. به رنگ نارنجی با مؤلفه‌های کم‌نور. با جدایی‌های "۷ و "۴۴ منظومه‌های دوتایی دوتایی می‌سازند. ستاره‌ها بی‌ارتباط به هم‌اند. (۱۱۰ و ۷۰۰ سال نوری)!
بتا-جدی	۲۰ ۲۱	-۱۴ ۴۷	س‌د	۳/۴، ۶/۲	۲۰۵"	دوتاییِ با فاصله در دوربین دوچشمی به رنگ‌های نارنجی-زرد و آبی آسمانی (۵۶۰ سال نوری)
اومیکرون-جدی	۲۰ ۳۰	-۱۸ ۳۵	س‌د	۶/۱، ۶/۶	۲۲"	دوتایی نزدیک آبی-سفید در تلسکوپ‌های کوچک
RT-جدی	۲۰ ۱۷	-۲۱ ۱۹	س	۸/۱-۶/۵	-	جواهری دوست‌داشتنی با ته‌رنگ گرم
M۳۰ / جدی	۲۱ ۴۰	-۲۳ ۱۱	خ‌ک	۷/۵	۱۱'	خوشه‌ای پُرستاره به رنگ سفید کم‌فروغ (۴۰ هزار سال نوری)
R-حجار	۰۱ ۲۷	-۳۲ ۳۳	س	۸/۸-۵/۹	-	جواهری تپنده به رنگ قرمز سیر. یکی از سرخ‌ترین ستاره‌های آسمان

NGC ۵۵ / حجار	۰۰ ۱۵	-۳۹ ۱۱	ک	۷/۹	′۳۲×′۶	کهکشانی عظیم و رگه‌رگه که از لبه دیده می‌شود و طولش ۰/۵ درجه است. (۷ میلیون سال نوری)
NGC ۲۵۳ / حجار	۰۰ ۴۸	-۲۵ ۱۷	ک	۷/۱	′۲۵×′۷	کهکشان حجار. بزرگ و زیبا و سیگارشکل؛ شبیه کهکشان آندرومدا در ابعاد کوچک (۷،۵۰۰،۰۰۰ سال نوری)
گاما-حَمَل	۰۱ ۵۴	+۱۹ ۱۸	س‌د	۴/۸ ،۴/۸	″۸	ستاره‌ی اول حَمَل. جفت زیبای آبی-سفید (۲۰۰ سال نوری)
لاندا-حمل	۰۱ ۵۸	+۲۳ ۳۶	س‌د	۷/۷ ،۴/۹	″۳۷	دوتاییِ با فاصله با اختلاف قدر زیاد (۱۰۵ سال نوری)
آلفا-حوت	۰۲ ۰۲	+۰۲ ۴۶	س‌د	۵/۱ ،۴/۲	″۲	ستاره‌ی الرشاء. یک دوتایی نزدیک با رنگ‌هایی عجیب و ثابت با تناوب ۷۲۰ سال (۱۳۰ سال نوری)
پسی۱-حوت	۰۱ ۰۶	+۲۱ ۲۸	س‌د	۵/۸ ،۵/۶	″۳۰	جفتی با دو ستاره‌ی آبی-سفید
زتا-حوت	۰۱ ۱۴	+۰۷ ۳۵	س‌د	۶/۵ ،۵/۶	″۲۳	دوتایی با رنگ زرد کم‌رنگ و یاسی کم‌رنگ (۱۴۰ سال نوری)
۶۵-حوت	۰۰ ۵۰	+۲۷ ۴۳	س‌د	۶/۳ ،۶/۳	″۴	جفتی با ستاره‌های زرد کم‌رنگ
TX=۱۹-حوت	۲۳ ۴۶	+۰۳ ۲۹	س	۵/۳-۴/۵	-	ستاره‌ی دوست‌داشتنی قرمز-نارنجی در صورت‌واره‌ی انگشتر در حوت (۴۰۰ سال نوری)
آلفا-حوت جنوبی	۲۲ ۵۸	-۲۹ ۳۷	س	۱/۲	-	فم‌الحوت. «ستاره‌ی تنها». جواهر درخشان آبی-سفید (۲۵ سال نوری)
گاما-خرگوش	۰۵ ۴۴	-۲۲ ۲۷	س‌د	۶/۳ ،۳/۷	″۹۶	دوتایی با فاصله به رنگ‌های زرد کم‌رنگ و قرمز (۲۹ سال نوری)
R-خرگوش	۰۵ ۰۰	-۱۴ ۴۸	س	۱۱/۷-۵/۵	-	ستاره‌ی ماده‌گوزن سرخ. یاقوت سوسوزَن (۱۵۰۰ سال نوری)
M۷۹ / خرگوش	۰۵ ۲۴	-۲۴ ۳۳	خ‌ک	۸/۰	′۹	خوشه‌ی کروی تنهای زمستان. کوچک و کم‌نور اما یگانه (۵۰ هزار سال نوری)
آلفا-دب اصغر	۰۲ ۳۲	+۸۹ ۱۶	س‌د	۲/۱-۱/۹، ۹/۰	″۱۸	جُدَی یا ستاره قطبی. جفتی با اختلاف قدر زیاد با دوره‌ی تناوب مداری (ظاهری) شگفت‌انگیز ۲۴ ساعت که به‌سبب چرخش سیاره‌ی زمین ایجاد می‌شود! درخشان‌ترین متغیر قیفاووسی در آسمان (۴۳۰ سال نوری)

زتا/۸۰– دب اکبر	۱۳ ۲۴	+۵۴ ۵۶	س‌د	۲/۳، ۴/۰، ۴/۰	۱۴″ ۷۰۹″	دوتایی معروف عناق و سُها. الماس‌های سه‌تایی درخشان آبی–سفید! هر سه ستاره دوتایی‌های طیف‌سنجی‌اند (مانند بسیاری دیگر از ستاره‌های فهرست) و بنابراین در کل منظومه‌ای بزرگ و شش‌تایی است. نخستین ستاره‌ی چندتایی کشف‌شده است. (۷۸ سال نوری)
کسی–دب اکبر	۱۱ ۱۸	+۳۱ ۳۲	س‌د	۴/۳، ۴/۸	۱/۸″	دوتایی تاریخی (نخستین دوتایی که مدارش محاسبه شد) با تناوب ۶۰ سال که از زمان کشفش سه بار تناوبش کامل شده است. دو ستاره‌ی زرد رنگ در تماس با هم (۲۶ سال نوری)
VY–دب اکبر	۱۰ ۴۵	+۶۷ ۲۵	س	۶/۵-۵/۹	-	نورافکن سرخ–نارنجی بالای ملاقه‌ی دب اکبر. قابل دید در تمام سال
M۸۱ و M۸۲ / دب اکبر	۰۹ ۵۶	+۶۹ ۰۴		۶/۹ ۸/۴	۲۶′x۱۴′ ۱۱′x۵′	سحابی بُده. عالی‌ترین جفت کهکشان در آسمان! M۸۱ کهکشان مارپیچی دوک‌مانندی با هسته‌ی واضح و روشن است. M۸۲ کهکشانی باریک و بلند و منحنی‌شکل است که شکاف‌هایی تاریک از میان آن گذر کرده‌اند. آن‌ها نیم درجه از هم فاصله دارند. (۷ میلیون سال نوری)
M۹۷ / دب اکبر	۱۱ ۱۵	+۵۵ ۰۱		۱۱/۲	۱۸۰″	سحابی جغد. سحابی بزرگ کم‌فروغی با دو ناحیه یا «چشم» تاریک و ظریف که آن را دوهسته‌ای به نظر می‌رساند. در همان میدان دید می‌توانید کهکشان مارپیچی قدر ۱۰ سیگارشکل M۱۰۸ را هم ببینید که این دو را به عجیب‌ترین جفت آسمانی تبدیل کرده است. فاصله‌ی سحابی جغد از ما ۱۰ هزار سال نوری است اما کهکشان هزارن بار دورتر است.
M۱۰۱ / دب اکبر	۱۴ ۰۳	+۵۴ ۲۱	ک	۷/۷	۲۷′x۲۶′	کهکشان گردابی. کهکشانی کم‌فروغ و وسیع و گرد که از روبه‌رو دیده می‌شود و در شب‌های تاریک جزئیات بیشتری را از خود نشان می‌دهد. (۱۵ میلیون سال نوری)
آلفا–دجاجه	۲۰ ۴۱	+۴۵ ۱۷	س	۱/۲۵	-	رِدف. اَبَرغول بسیار بزرگ آبی‌رنگ. با درخشندگی ۶۰ هزار برابر خورشید! (۱۶۰۰ سال نوری)
بتا–دجاجه	۱۹ ۳۱	+۲۷ ۵۸	س‌د	۳/۱، ۵/۱	۳۴″	منقار دجاجه. یکی از زیباترین اجرام آسمانی. جفتی خارق‌العاده با رنگ‌های زرد و آبی کبود (۳۸۰ سال نوری)

اُمیکرون–۱/دجاجه	۲۰ ۱۴	+۴۶ ۴۴	س‌د	۳/۸، ۷/۷، ۴/۸	″۱۰۷، ″۳۳۸	سه‌تایی دور از هم دوست‌داشتنی به رنگ‌های نارنجی و آبی و سفید در زمینه‌ی پُرستاره‌ی راه شیری (۲۰۰ سال نوری)
دلتا–دجاجه	۱۹ ۴۵	+۴۵ ۰۸	س‌د	۲/۹، ۶/۳	″۲/۵	جفت نزدیک به هم و درخشان ناهم‌سان به رنگ‌های سبز–سفید و خاکستری. بهترین نمای آن‌ها در تلسکوپ‌های بزرگ‌تر است. دوتایی با تناوب ۸۰۰ سال (۲۷۰ سال نوری)
۱۶–دجاجه	۱۹ ۴۲	+۵۰ ۳۲	س‌د	۶/۰، ۶/۱	″۳۹	دوتایی دوست‌داشتنی طلایی‌رنگ که در میدان دید باز در کنار سحابی چشمک‌زن دیده می‌شود.
۶۱–دجاجه	۲۱ ۰۷	+۳۸ ۴۵	س‌د	۵/۲، ۶/۰	″۳۰	جفت زیبای نارنجی‌رنگ. ستاره‌ای مشهور است چراکه نخستین ستاره‌ای بود که فاصله‌ی آن مستقیماً اندازه‌گیری شد: ۱۱ سال نوری. جفتی کُندحرکت با تناوب ۶۵۰ سال
V ۴۶۰ / دجاجه	۲۱ ۴۲	+۳۵ ۳۱	س	۵/۶–۷/۰	-	جواهری قرمزرنگ و جذاب. دوتایی تفکیک‌نشده‌ای که به دور یک سیاهچاله در گردش‌اند!
M۳۹ / دجاجه	۲۱ ۳۲	+۴۸ ۲۶	خ‌ب	۴/۶	′۳۲	تجمعی بزرگ و مثلثی‌شکل از ۳۰ ستاره که بهترین نمای آن در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان باز است. (۸۹۰ سال نوری)
NGC ۶۸۲۶ / دجاجه	۱۹ ۴۵	+۵۰ ۳۱		۸/۹	″۲۷	سحابی چشمک‌زن. قرصی به رنگ آبی کم‌رنگ با ستاره‌ی مرکزی قدر ۱۰ واضح. اگر پشت چشمی، به‌طور متناوب، به روش‌های مستقیم و چپ‌چپ آن را ببینید چشمک می‌زند! (۳۳۰۰ سال نوری)
NGC ۶۸۱۹ / دجاجه	۱۹ ۴۱	+۴۰ ۱۱	خ‌ب	۷/۳	′۵	خوشه‌ی سر روباه. خوشه‌ی کوچک و کم‌نور اما پُرستاره از ۱۵۰ ستاره (۷۳۰۰ سال نوری)
NGC ۶۹۶۰ و NGC ۶۹۹۲–۵ / دجاجه	۲۰ ۵۱	+۳۱ ۱۳	با	-	′۶×′۷۰ ′۸×′۶۰	سحابی پرده / رشته‌ای / سیروس. قوس‌های بزرگ کم‌فروغی به شعاع ۳ درجه حاصل انفجار ابرنواختری در ۵۰۰۰ سال پیش. بهترین نمایش در دوربین‌های دوچشمی بزرگ و تلسکوپ‌های میدان باز (۱۵۰۰ سال نوری)

NGC ۷۰۲۷ / دجاجه	۲۱ ۰۷	+۴۲ ۱۴		۹/۰	″۱۸×″۱۱	پیش‌سحابی سیاره‌نمای استفان یا وِب. کوچک، آبی، و فشرده (۳۰۰۰ سال نوری)
گاما–دلفین	۲۰ ۴۷	+۱۶ ۰۷	س‌د	۴/۵، ۵/۵	″۱۰	دوتایی زیبا و خارق‌العاده به رنگ‌های زرد طلایی و آبی–سبز. ستاره‌ی دوتایی «روح» یا استروو ۲۷۲۵ (قدرهای ۷/۶ و ۸/۴ و جدایی ″۶) هم در همان میدان دید است. (۱۰۰ سال نوری)
زتا–دَلو	۲۲ ۲۹	-۰۰ ۰۱	س‌د	۴/۴، ۴/۵	″۲	جفت نزدیک درخشان و سفیدرنگ با تناوب ۸۵۰ سال (۷۶ سال نوری)
۹۴–دَلو	۲۳ ۱۹	-۱۳ ۲۸	س‌د	۵/۳، ۷/۳	″۱۳	ستاره‌ی دوتایی دوست‌داشتنی به رنگ‌های قرمز و سبز زمردی کم‌رنگ
M۲ / دلو	۲۱ ۳۴	-۰۰ ۴۹	خ‌ک	۶/۵	′۱۳	کندویی از ستاره‌ها. نمایی زیبا در تلسکوپ‌های بزرگ (۳۷ هزار سال نوری)
NGC ۷۰۰۹ / دلو	۲۱ ۰۴	-۱۱ ۲۲		۸/۳	″۲۵×″۱۷	سحابی زحل. بیضی‌ای درخشان و جذاب به رنگ آبی–سبز (۳ هزار سال نوری)
آلفا–دوپیکر	۰۷ ۳۵	+۳۱ ۵۳	س‌د	۱/۹، ۲/۹، ۸/۹	″۴، ″۷۲	کاستور. ستاره‌ی چندتایی آبی–سفید درخشان با تناوب ۴۷۰ ساله. همدم نارنجی موجب گرفت ستاره‌ی YY–دوپیکر و تغییر قدر آن از ۸/۹ به ۹/۶ در عرض ۲۰ ساعت می‌شود. ستاره‌های A و B دوتایی‌های طیف‌سنجی هستند. منظومه‌ای عظیم از شش ستاره! (۵۲ سال نوری)
دلتا–دوپیکر	۰۷ ۲۰	+۲۱ ۵۹	س‌د	۳/۵، ۸/۲	″۶	دوتایی نزدیک به رنگ‌های زرد و قرمز–بنفش با تناوب ۱۲۰۰ ساله (۵۳ سال نوری)
۲۰–دوپیکر	۰۶ ۳۲	+۱۷ ۴۷	س‌د	۶/۳، ۶/۹	″۲۰	دوتایی نزدیک به رنگ‌های زرد–سفید و آبی–سفید (۴۵۰ سال نوری)
M۳۵،	۰۶ ۰۹	+۲۴ ۲۰	خ‌ب	۵/۱	′۲۸	جعبه‌های بزرگ و خارق‌العاده از جواهرات ستاره‌ای در آسمان که با یکدیگر بسیار فاصله دارند. (۲۷۰۰ و ۱۶ هزار سال نوری!)
NGC ۲۱۵۸ / دوپیکر			خ‌ب	۱۱	′۵	
NGC ۲۳۹۲ / دوپیکر	۰۷ ۲۹	+۲۰ ۵۵		۸/۳	″۲۰	سحابی اسکیمو یا صورت دلقک. قرص آبی واضح با ستاره‌ی مرکزی از قدر ۱۰ (۳۰۰۰ سال نوری)

اتا-ذات‌الکرسی	۰۰ ۴۹	+۵۷ ۴۹	س‌د	۳/۴، ۷/۵	″۱۳	دوتایی تخم‌مرغ عید! دو ستاره‌ی زیبا به رنگ‌های زرد و قرمز-بنفش با قدرهای متفاوت و تناوب ۴۸۰ سال. نزدیک! (فقط ۱۹ سال نوری)
یوتا-ذات‌الکرسی	۰۲ ۲۹	+۶۷ ۲۴	س‌د	۴/۶، ۶/۹، ۸/۴	″۲/۵ ″۷	منظومه‌ی سه‌تایی زیبا و نزدیک به هم. به رنگ‌های زرد، یاسی، و آبی (۱۶۰ سال نوری)
سیگما-ذات‌الکرسی	۲۳ ۵۹	+۵۵ ۴۵	س‌د	۵/۰، ۷/۱	″۳	جفتی نزدیک به هم با رنگ‌های آشکار آبی و سبز (۱۴۰۰ سال نوری)
استروو ۱۶۳/ ذات‌الکرسی	۰۱ ۵۱	+۶۴ ۵۱	س‌د	۶/۸، ۸/۸	″۳۵	جفت رنگین و ناهمسان و کم‌نور به رنگ‌های آبی و قرمز-نارنجی
استروو ۳۰۵۳/ ذات‌الکرسی	۰۰ ۰۳	+۶۶ ۰۶	س‌د	۵/۹، ۷/۳	″۱۵	نمونه‌ی کوچک و زیبایی از دوتایی منقار دجاجه. زرد-نارنجی و آبی
M۵۲/ ذات‌الکرسی	۲۳ ۲۴	+۶۱ ۳۵	خ‌ب	۶/۹	′۱۳	خوشه‌ای پُرستاره و مثلث‌شکل و درخشان از دست‌کم ۱۰۰ ستاره (۴۰۰۰ سال نوری)
M۱۰۳/ ذات‌الکرسی	۰۱ ۳۳	+۶۰ ۴۲	خ‌ب	۷/۴	′۶	خوشه‌ی کوچک و بادبزن‌شکل از چندین دوجین ستاره (۸۰۰۰ سال نوری)
فی-ذات‌الکرسی NGC ۴۵۷	۰۱ ۱۹	+۵۸ ۲۰	خ‌ب	۶/۴	′۱۳	خوشه‌ی جغد یا ای‌تی. خوشه‌ای مشخص از ۸۰ ستاره و دو «چشم»! (۹۳۰۰ سال نوری)
NGC ۷۷۸۹ ذات‌الکرسی	۲۳ ۵۷	+۵۶ ۴۴	خ‌ب	۶/۷	′۱۶	خوشه‌ی کارولین هرشل. خوشه‌ای پُرستاره و یکنواخت از بیش از ۳۰۰ ستاره‌ی کم‌فروغ در زمینه‌ی غبار ستاره‌ای. نمایی شگفت در شب‌های تاریک! (۶۰۰۰ سال نوری)
COL ۳۹۹ روباهک	۱۹ ۲۵	+۲۰ ۱۱	ص‌و	۳/۶	′۶۰	صورت‌واره (یا خوشه‌ی) چوب‌لباسی. در دوربین دوچشمی شبیه چوب‌لباسی وارونه‌ای از ستاره‌هاست. نمایی عالی در تلسکوپ‌های میدان باز

NGC ۶۹۴۰ / روباهک	۲۰ ۳۵	+۲۸ ۱۸	خب	۶/۳	۳۱′	بیش از ۱۰۰ یاقوت کبود درخشان. درخشان‌ترین ستاره‌ی خوشه به رنگ یاقوت سرخ است! (۲۵۰۰ سال نوری)
M۲۷ / روباهک	۲۰ ۰۰	+۲۲ ۴۳		۷/۶	۸′×۵′	سحابی دمبل. بعد از سحابی حلقه بهترین و شناخته‌شده‌ترین جرم در نوع خود و همچون بالشی نرم و پُف‌آلود در میان ستاره‌های راه شیری شناور است و نمایی سه‌بُعدی در فضا دارد. (۱۲۰۰ سال نوری)
۳۲–زرافه	۱۲ ۴۹	+۸۳ ۲۵	س‌د	۵/۳، ۵/۸	۲۲″	جفتی زیبا به رنگ سفید. کمترشناخته‌شده (۴۹۵ سال نوری)
U–زرافه	۰۳ ۴۲	+۶۲ ۳۹	س	۸/۱–۸/۶	-	یکی از قرمزترین ستاره‌های آسمان
ST–زرافه	۰۴ ۵۱	+۶۸ ۱۰	س	۷/۰–۸/۴	-	جواهر سرخ‌رنگ دیگری در آسمان
NGC ۲۴۰۳ / زرافه	۰۷ ۳۷	+۶۵ ۳۶	ک	۸/۴	۱۸′×۱۱′	یکی از درخشان‌ترین کهکشان‌ها و بهترین مارپیچی‌ها در آسمان (۱۲ میلیون سال نوری)
M۱۱ / سِپَر	۱۸ ۵۱	-۰۶ ۱۶	خب	۵/۸	۱۴′	خوشه‌ی اردک وحشی. خوشه‌ای بادبزن‌شکل و درخشان از حدود ۵۰۰ ستاره (۵۵۰۰ سال نوری)
راه شیری/سِپَر	۱۸ ۴۰	-۰۶ ۰۰	ک	-	۷۲۰′×۵۴۰′	ابری ستاره‌ای سِپَر / جواهر راه شیری. منظره‌ای پُرستاره و زیبا و سه‌بُعدی در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان دید باز
زتا–سرطان	۰۸ ۱۲	+۱۷ ۳۹	س‌د	۵/۶، ۶/۰، ۶/۲	۰/۹″ ۶″	سه‌تایی نزدیک به هم با تناوب‌های ۶۰ و ۱۱۵۰ ساله. همه به رنگ زرد (۷۰ سال نوری)
یوتا–سرطان	۰۸ ۴۷	+۲۸ ۴۶	س‌د	۴/۲، ۶/۶	۳۰″	ستاره‌ی مشابه منقار دجاجه در فصل تابستان. جفت عالی نارنجی و آبی (۱۶۵ سال نوری)
خی–سرطان	۰۸ ۵۵	+۱۷ ۱۴	س	۵/۷، ۵	-	یاقوتی آسمانی! رنگ‌ها حتی در تلسکوپی کوچک واضح‌اند.

M۴۴ / سرطان	۰۸ ۴۰	+۱۹ ۵۹	خب	۳/۱	۹۰′	خوشه‌ی کندوی عسل. خوشه‌ای گسترده از بیش از ۵۰ ستاره. بهترین نما در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان باز (۵۹۰ سال نوری)
M۶۷ / سرطان	۰۸ ۵۰	+۱۱ ۴۹	خب	۶/۹	۳۰′	خوشه‌ای دوست‌داشتنی اما پنهان در سایه‌ی خوشه‌ی کندوی عسل (۲۵۰۰ سال نوری)
NGC ۳۱۱۵ /سکستانت	۱۰ ۰۵	-۰۷ ۴۳	ک	۹/۲	۸′x۳′	کهکشان دوک. جرمی کشیده با مرکزی درخشان به شکل کهکشان‌های بیضوی اما با دو انتهای گوشه‌دار (۲۱ میلیون سال نوری)
آلفا–سنبله	۱۳ ۲۵	-۱۱ ۱۰	س	۰/۹۷	-	سماک اَعزَل. اَبَرخورشیدی به رنگ آبی یخی با درخشندگی بیش از ۲۰۰۰ برابر خورشید (۲۵۰ سال نوری)
گاما–سنبله	۱۲ ۴۲	-۰۱ ۲۷	س‌د	۳/۵ ،۳/۵	۰/۵″	زاویةالعوّا. دوتایی درخشان و مشهور با تناوب ۱۷۱ ساله به رنگ زرد (۳۹ سال نوری)
SS–سنبله	۱۲ ۲۵	+۰۰ ۴۸	س	۹/۶-۶/۰	-	فانوسی قرمز و تپنده در میان ستاره‌ها. وقتی در درخشان‌ترین حالت است به‌راحتی پیدا می‌شود.
M۸۴،			ک	۹/۳	۵′x۴′	خوشه‌ی کهکشان‌های گیسو–سنبله. سه نمونه‌ی درخشان (همه کهکشان‌های بیضوی غول‌پیکر) از این قلمرو مشهور. با تلسکوپ‌های کوچک صدها کهکشان دیده می‌شود، معمولاً چند تا در یک میدان دید. بیش از ۱۰ هزار کهکشان عکاسی شده‌اند! (۷۰ میلیون سال نوری)
M۸۶	۱۲ ۲۵	+۱۲ ۵۳	ک	۹/۲	۷′x۶′	
M۸۷ / سنبله			ک	۸/۶	۷′x۷′	
M۴۹ / سنبله	۱۲ ۳۰	+۰۸ ۰۰	ک	۸/۴	۹′x۷′	کهکشان بیضوی درخشان دیگری که بین دو ستاره قرار دارد! (۶۵ میلیون سال نوری)
M۵۹ و	۱۲ ۴۲	+۱۱ ۳۹	ک	۹/۸	۵′x۳′	جفت زیبای کهکشان‌های بیضوی در یک میدان دید با "۲۵ جدایی زاویه‌ای
M۶۰ / سنبله			ک	۸/۸	۷′x۶′	

M۶۱ / سنبله	۱۲ ۲۲	+۰۴ ۲۸	ک	۹/۷	۶'x۶'	یکی از بسیار کهکشان مارپیچی در خوشه گیسو–سنبله. از روبه‌رو با ۲ بازو
M۱۰۴ / سنبله	۱۲ ۴۰	-۱۱ ۳۷	ک	۸/۳	۹'x۴'	کهکشان کلاه‌مکزیکی. یکی از درخشان‌ترین و خارق‌العاده‌ترین کهکشان‌های از لبه در آسمان. با تابشی به رنگ پیازی و نواری تیره در استوایش (۲۸ میلیون سال نوری)
NGC ۴۷۶۲ / سنبله	۱۲ ۵۳	+۱۱ ۱۴	ک	۱۰/۲	۹'x۲'	کهکشان بادبادک. کهکشانی از لبه، کم‌نور و نازک شبیه بادبادکی کاغذی. در همسایگی NGC ۴۷۵۴
۳C۲۷۳/ سنبله	۱۲ ۲۹	+۰۲ ۰۳	ک	۱۲/۸	-	نخستین اَختروَش کشف‌شده. همچنین درخشان‌ترین و نزدیک‌ترین. با وجود فاصله‌ی بسیار زیادش (یک میلیارد و ۹۰۰ میلیون سال نوری) در تلسکوپ‌های ۴ تا ۶ اینچی همچون ستاره‌ای آبی و کم‌فروغ دیده می‌شود.
۸–سوسمار	۲۲ ۳۶	+۳۹ ۳۸	س‌د	۵/۷، ۶/۵، ۱۰/۵، ۹/۳	۲۲"، ۴۹"، ۸۲"	دوتایی آبی–سفید. همدم‌های کم‌نورتر چهارتایی ظریفی را می‌سازند. (۱۹۰۰ سال نوری)
NGC ۴۷۶۲ / سوسمار	۲۲ ۱۵	+۴۹ ۵۳	خ‌ب	۶/۴	۲۱'	خوشه‌ای زیبا و بافاصله متشکل از ۴۰ ستاره (۲۸۰۰ سال نوری)
M۷۱ / سَهم	۱۹ ۵۴	+۱۸ ۴۷	خ‌ک	۸/۳	۷'	خوشه‌ای دوردست اما زیبا و مه‌آلود در زمینه‌ی پُرستاره‌ی راه شیری (۱۳۰۰۰ سال نوری)
۱۲–سیاهگوش	۰۶ ۴۶	+۵۹ ۲۷	س‌د	۵/۴، ۶/۰، ۷/۳	۱/۷"، ۹"	سه‌تایی نزدیک به هم زیبا. همه به رنگ سفید. ستاره‌های A و B دوتایی با تناوب ۷۰۰ ساله‌اند. (۱۴۰ سال نوری)
۱۹–سیاهگوش	۰۷ ۲۳	+۵۵ ۱۷	س‌د	۵/۶، ۶/۵	۱۵"	جفتی جذاب با رنگ‌های متضاد زیبا. در همسایگی ستاره‌ای از قدر ۹
۳۸–سیاهگوش	۰۹ ۱۹	+۳۶ ۴۸	س‌د	۳/۹، ۶/۶	۳"	جفتی درخشان و ناهم‌سان و نزدیک به هم با رنگ‌هایی متضاد و زیبا
NGC ۲۴۱۹ / سیاهگوش	۰۷ ۳۸	+۳۸ ۵۳	خ‌ک	۱۰/۴	۴'	سرگردانِ میان‌کهکشانی. خوشه‌ای کم‌نور و کوچک و دور (۳۰۰ هزار سال نوری)
NGC ۲۶۸۳ / سیاهگوش	۰۸ ۵۳	+۳۳ ۲۵	ک	۹/۷	۹'x۲'	کهکشان مارپیچی درخشان تقریباً از لبه و سیگارشکل. فاصله نامطمئن

کسی-عقرب	۱۶ ۰۴	-۱۱ ۲۲	س‌د	۷/۳ ،۴/۸	″۸	جفتی زردرنگ که با استروو ۱۹۹۹ (از قدرهای ۷/۴ و ۸/۱ و جدایی ″۱۲) با فاصله‌ی ″۲۸۰ دوتایی-دوتایی بافاصله‌ای را می‌سازد. ستاره‌ی اصلی خود دوتایی نزدیک با تناوب ۴۶ ساله است. (۸۰ سال نوری)
M۴ / عقرب	۱۶ ۲۴	-۲۶ ۳۲	خ‌ک	۵/۹	′۲۶	خوشه‌ی عظیمی که به‌نرمی می‌درخشد و در کوچک‌ترین تلسکوپ‌ها هم تفکیک می‌شود. به‌طرز قابل‌توجهی در جهت افقی کشیده شده است. نمایی دوست‌داشتنی! نزدیک قلب‌العقرب (۷۰۰۰ سال نوری)
M۶ / عقرب	۱۷ ۴۰	-۳۲ ۱۳	خ‌ب	۴/۲	′۲۵	خوشه‌ی پروانه. مانند پروانه‌ای با بال‌های باز! (۱۴۰۰ سال نوری)
M۷ / عقرب	۱۷ ۵۴	-۳۴ ۳۹	خ‌ب	۳/۳	′۸۰	خوشه‌ای گسترده از ۸۰ جواهر رنگارنگ. هدفی برای دوربین دوچشمی (۸۰۰ سال نوری)
M۸۰ / عقرب	۱۶ ۱۷	-۲۲ ۵۹	خ‌ک	۷/۲	′۹	خوشه‌ی هرشل. خوشه‌ی کوچک و فشرده و درخشان (۲۷ هزار سال نوری)
NGC ۶۲۳۱ / عقرب	۱۶ ۵۴	-۴۱ ۴۸	خ‌ب	۲/۶	′۱۵	خوشه‌ی جذاب و باشکوه. ۱۲۰ ستاره‌ی خورشیدمانند به اضافه‌ی یک اَبَرغول آبی! (۶۰۰۰ سال نوری)
NGC ۶۳۰۲ / عقرب	۱۷ ۱۴	-۳۷ ۰۶		۹/۷	′۱×′۲	سحابی حشره. سحابی عجیب و نامعمول دوقطبی (۱۹۰۰ سال نوری)
آلفا-عوّا	۱۴ ۱۶	+۱۹ ۱۱	س	-۰/۰۴	-	سِماک رامِح. جواهری جذاب به رنگ زرد-نارنجی (۳۷ سال نوری)
اِپسیلون-عوّا	۱۴ ۴۵	+۲۷ ۰۴	س‌د	۴/۹ ،۲/۵	″۳	اِزار. دوتایی درخشان و نزدیک به هم به رنگ‌های نارنجی کم‌رنگ و سبز دریایی. نیاز به دید خوب است. (۱۶۰ سال نوری)
کسی-عوّا	۱۴ ۵۱	+۱۹ ۰۶	س‌د	۷/۰ ،۴/۷	″۶	جذاب به رنگ‌های زرد و قرمز-نارنجی یا بنفش با تناوب ۱۵۰ ساله (۲۲ سال نوری)
مو-عوّا	۱۵ ۲۴	+۳۷ ۲۳	س‌د	۴/۳، ۷/۰، ۷/۶	″۱۰۸، ″۲	منظومه‌ی سه‌تایی مرتب! ستاره‌های B و C دوتایی با تناوب ۲۶۰ سال‌اند. زرد و دو ستاره‌ی نارنجی (۹۵ سال نوری)
کاپا-عوا	۱۴ ۱۴	+۵۱ ۴۷	س‌د	۶/۶ ،۴/۶	″۱۳	دوتایی زیبا با رنگ‌های واقعی

پی–عوا	۱۴ ۴۱	+۱۶ ۲۵	س‌د	۴/۹، ۵/۸	″۶	نمونه‌ای نزدیک‌تر از کاپا–عوّا
زتا–عوا	۱۴ ۴۱	+۱۳ ۴۴	س‌د	۴/۵، ۴/۶	″۰/۷	دوتایی بسیار نزدیک و سفید با تناوب ۱۲۵ ساله
استروو ۱۸۳۵/عوا	۱۴ ۲۳	+۰۸ ۲۷	س‌د	۵/۱، ۷/۴	″۶	جفتی زیبا به رنگ‌های سفید و آبی یا یاسی
اُمگا–قِنطورس	۱۳ ۲۷	-۴۷ ۲۹	خ‌ک	۳/۶	′۳۶	خوشه‌ی اُمگا–قِنطورس. کندوی آسمانی با بیش از یک میلیون ستاره. نمایی خارق‌العاده در همه‌ی انواع ابزارهای اپتیکی (۱۷ هزار سال نوری)
NGC ۵۱۲۸/ قنطورس	۱۳ ۲۶	-۴۳ ۰۱	ک	۷/۰	′۱۸×′۱۴	کهکشان کمربند سیاه. گویی بزرگ که نواری تیره از غبار آن را دو نیم کرده است (۲۲،۵۰۰،۰۰۰ سال نوری)
AQ–قوس	۱۹ ۳۴	-۱۶ ۲۲	س	۷/۱-۶/۷	-	ستاره‌ی درخشان قرمز رنگ
M۸ NGC ۶۵۳۰/ قوس	۱۸ ۰۴	-۲۴ ۲۳	س‌ن خ‌ب	۵/۸ ۴/۶	′۹۰×′۴۰ ′۱۵	سحابی مرداب. ابری عظیمی از غبار که نوار تیره‌ی پهنی آن را دو نیم کرده و خوشه‌ای ستاره‌ای پراکنده‌ای در یک گوشه‌ی آن است. نمایی شگفت‌انگیز! بهترین در میان اجرام هم‌نوع خودش برای رصدگران نیم‌کره‌ی شمالی پس از سحابی جبار (۵۰۰۰ سال نوری)
M۱۷/ قوس	۱۸ ۲۱	-۱۶ ۱۱	س‌ن	۶/۰	′۴۶×′۳۷	سحابی نعل اسب/ اُمگا/ قو. خطی بلند با شکلی داس‌مانند در یک انتهای آن که نواری تیره و تعداد بسیاری ستاره در میان آن دیده می‌شود. (۵۰۰۰ سال نوری)
M۲۰/ قوس	۱۸ ۰۳	-۲۳ ۰۲	س‌ن	۶/۳	′۲۹×′۲۷	سحابی سه‌تکّه. هرچند نسبت به سحابی مرداب (که همان نزدیکی است) رتبه‌ی کمتری دارد هدف رصدی زیبایی برای شب‌های تاریک است. ابری پیازی‌رنگ که نوارهای تیره‌ی غبار آن را به سه تکه تقسیم کرده است. (۵۵۰۰ سال نوری)
M۲۱/ قوس	۱۸ ۰۵	-۲۲ ۳۰	خ‌ب	۵/۹	′۱۳	خوشه‌ی درخشانی از ۶۰ ستاره نزدیک سحابی سه‌تکه (۴۰۰۰ سال نوری)

M۲۲ / قوس	۱۸ ۳۶	-۲۳ ۵۴	خ‌ک	۵/۱	۲۴′	رقیب خوشه‌ی M۱۳. خوشه‌ای بزرگ و درخشان که حتی با تلسکوپ‌های کوچک هم تا مرکز تفکیک می‌شود. ستاره‌ها در تلسکوپ‌های بزرگ‌تر قرمز به نظر می‌رسند. (۱۰ هزار سال نوری)
M۲۳ / قوس	۱۷ ۵۷	-۱۹ ۰۱	خ‌ب	۵/۵	۲۷′	خوشه‌ی بزرگ و پُرستاره و یکنواخت. نمایی دوست‌داشتنی (۲۱۰۰ سال نوری)
M۲۴ / قوس	۱۸ ۱۸	-۱۸ ۲۵	ک	۴/۵	۱۲۰′×۶۰′	ابری ستاره‌ای کوچک قوس. ابر ستاره‌ای خارق‌العاده‌ای در زمینه‌ی راه شیری برای رصد با دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان باز (۱۶ هزار سال نوری)
M۲۵ / قوس	۱۸ ۳۲	-۱۹ ۱۵	خ‌ب	۴/۶	۳۲′	خوشه‌ای عظیم از حدود ۵۰ ستاره. زمخت اما درخشان. شامل ستاره‌ی متغیر قیفاووسی U-قوس که طی ۷ روز از قدر ۶/۳ به ۷/۱ تغییر می‌کند. (۲۰۰۰ سال نوری)
M۵۵ / قوس	۱۹ ۴۰	-۳۰ ۵۸	خ‌ک	۷/۰	۱۹′	کهکشانی عظیم و با فشردگی کم. برای رصدش به شب‌های تاریک و پایدار نیاز است. (۱۶ هزار سال نوری)
NGC ۶۸۱۸ / قوس	۱۹ ۴۴	-۱۴ ۰۹		۹/۹	۲۲″×۱۵″	سحابی جواهر کوچک به رنگ آبی-سبز (۵۰۰۰ سال نوری)
گاما-قَیطِس	۰۲ ۴۳	-۰۳ ۱۴	س‌د	۳/۵، ۶/۲	۳″	جفت نزدیک و درخشان با رنگ‌های ظریف زرد و خاکستری (۶۳ سال نوری)
M۷۷ / قیطس	۰۲ ۴۳	-۰۰ ۰۱	ک	۸/۸	۷′×۶′	هسته‌ی ستاره‌مانند و فشرده‌ای که اطرافش را غباری فراگرفته است. (۸۲ میلیون سال نوری)
بتا-قیفاووس	۲۱ ۲۹	+۷۰ ۳۴	س‌د	۳/۲، ۷/۹	۱۳″	جفت ناهم‌سان به رنگ‌های سفید-سبز و آبی یا بنفش (۹۸۰ سال نوری)
دلتا-قیفاووس	۲۲ ۲۹	+۵۸ ۲۵	س‌د	۳/۵-۴/۴، ۶/۳	۴۱″	جواهرات زیبا به رنگ‌های نارنجی کم‌رنگ و آبی. ستاره‌ی اصلی نخستین نمونه‌ی متغیرهای قیفاووسی است با تناوب ۵/۴ روز (هزار سال نوری)
کسی-قیفاووس	۲۲ ۰۴	+۶۴ ۳۸	س‌د	۴/۴، ۶/۵	۸″	جفتی درخشان با رنگ‌های ثابت آبی و زرد (۸۰ سال نوری)

ستاره‌ی لعل‌مانند هرشل. قرمزترین ستاره‌ی قابل دید با چشم برهنه در آسمان نیم‌کره‌ی شمالی (۲۸۰۰ سال نوری)	-	۵/۱-۳/۴	س	+۵۸ ۴۷	۲۱ ۴۴	مو-قیفاووس
منظومه‌ی سه‌تایی جذاب همراه با دوتایی استروو ۲۸۱۹ (از قدرهای ۷/۵ و ۸/۵ و جدایی "۱۲) در میدان دید	"۱۲ "۲۰	۵/۶، ۷/۷، ۷/۸	س‌د	+۵۷ ۲۹	۲۱ ۳۹	استروو ۲۸۱۶ قیفاووس
جفت دوست‌داشتنی به رنگ‌های سفید-سبز و آبی-سفید	"۱۸	۵/۵، ۷/۳	س‌د	+۵۵ ۴۸	۲۱ ۵۲	استروو ۲۸۴۰ قیفاووس
قرصی محو به رنگ‌های خاکستری-قرمز با ستاره‌ی مرکزی (۳۰۰۰ سال نوری)	"۴۰×"۶۰	۱۰/۲		+۷۲ ۳۲	۰۰ ۱۳	NGC ۴۰ / قیفاووس
سحابی زنبق. سحابی درخشان بازتابی دورتادور ستاره‌ای آبی از قدر ۷	′۱۸	۶/۸	س‌ن	+۶۸ ۱۲	۲۱ ۰۲	NGC ۷۰۲۳ / قیفاووس
مجموعه‌ای یگانه از کهکشان و خوشه با جدایی ′۳۸ از یکدیگر (۴۰۰۰ و ۱۰ میلیون سال نوری)	′۸ ′۱۰×′۱۱	۷/۸ ۸/۹	خب ک	+۶۰ ۳۸	۲۰ ۳۱	NGC ۶۹۳۹ NGC ۶۹۴۶ / قیفاووس
جفت درخشان عالی شبیه به گاما-جدی. هر دو به رنگ آبی-سفید (۴۵۰ سال نوری)	"۱۰	۴/۵، ۴/۷	س‌د	-۲۶ ۲۸	۰۷ ۳۹	کاپا-کشتیدم
خوشه‌ای پُرتعداد و یکنواخت از بیش از صد ستاره که سحابی حلقه‌شکل روح‌مانندی در برابر آن می‌درخشد. بی‌ارتباط به هم (۵۴۰۰ و ۳۰۰۰ سال نوری)	′۲۷ "۶۶	۶/۱ ۱۱/۵	خب	-۱۴ ۴۹	۰۷ ۴۲	M۴۶ NGC ۲۴۳۸ / کشتیدم
خوشه‌ای بزرگ و وسیع از چندین دوجین ستاره (۱۵۰۰ سال نوری)	′۳۰	۴/۴	خب	-۱۴ ۳۰	۰۷ ۳۷	M۴۷ / کشتیدم
خوشه‌ای باشکوه از حدود ۸۰ ستاره رنگارنگ به شکل گُوه (۳۴۰۰ سال نوری)	′۲۲	۶/۲	خب	-۲۳ ۵۲	۰۷ ۴۵	M۹۳ / کشتیدم
قرصی کوچک به رنگ آبی-سفید. گوهر شب‌چراغ آسمانی! (۳۵۰۰ سال نوری)	"۱۶	۱۰/۵		-۱۸ ۱۳	۰۷ ۴۲	NGC ۲۴۴۰ / کشتیدم

خوشه‌ای عالی و پُرتعداد از ۳۰۰ ستاره، مانند خوشه‌ی کروی سُست (۴۰۰۰ سال نوری)	۲۷′	۵/۸	خب	-۳۸ ۳۳	۰۷ ۵۲	NGC ۲۴۷۷ / کشتیدم
الغُراب. تضادّ زیبای رنگ و قدر به رنگ‌های زرد و بنفش یا یاسی (۱۲۵ سال نوری)	۲۴″	۳/۰، ۸/۴	س‌د	-۱۶ ۳۱	۱۲ ۳۰	دلتا-کلاغ
جفتی نزدیک به رنگ‌های زرد-سفید	۵″	۶/۰، ۶/۱	س‌د	-۱۳ ۰۱	۱۲ ۴۱	استروو ۱۶۶۹/کلاغ
قرصی عظیم و گِرد با تابشی کم‌فروغ (۲۶۰۰ سال نوری)	۸۰″	۱۰/۳		-۱۸ ۴۸	۱۲ ۲۴	NGC ۴۳۶۱ / کلاغ
کهکشان‌های آنتن یا دُم‌حلقه‌ای در حال برخورد با هم (۹۰ میلیون سال نوری)	۳′x۲′	۱۰/۷	ک	-۱۸ ۵۲	۱۲ ۰۲	NGC ۴۰۳۸/۴۰۳۹ کلاغ
شباهنگ. درخشان‌ترین ستاره‌ی آسمان شب. یاقوت کبودی به رنگ آبی-سفید با همدم کوتوله‌ی سفید مشهورش با تناوب ۵۰ سال (فقط ۹ سال نوری)	۷″	-۱/۴۶، ۸/۵	س‌د	-۱۶ ۴۳	۰۶ ۴	آلفا-کلب اکبر
عذاری. نمونه‌ی مینیاتوری شباهنگ و آسان‌تر در رصد (۴۹۰ سال نوری)	۷″	۱/۵، ۷/۵	س‌د	-۲۸ ۵۸	۰۶ ۵۹	اپسیلون-کلب اکبر
همزاد منقار دجاجه در زمستان. جفتی زیبا به رنگ‌های قرمز-نارنجی و سبز-آبی	۲۷″	۴/۸، ۶/۸	س‌د	-۲۳ ۱۹	۰۷ ۱۷	h ۳۹۴۵ / کلب اکبر
یاقوتی سرخ که نسبت به ستاره‌های آبی-سفید زمینه تضاد دارد.	-	۷/۹-۶/۴	س	-۱۱ ۵۵	۰۷ ۰۸	W-کلب اکبر
خوشه‌ای بزرگ و دوست‌داشتنی و درخشان از ۸۰ ستاره زیر شباهنگ! (۲۴۰۰ سال نوری)	۳۸′	۴/۵	خب	-۲۰ ۴۵	۰۶ ۴۶	M۴۱ / کلب اکبر
خوشه‌ی تاو-کلب اکبر. جعبه‌ی جواهری درخشان و کوچک از ۶۰ الماس آسمانی که ستاره‌ی مرکزی درخشانی را فراگرفته‌اند. (۵۴۰۰ سال نوری)	۸′	۴/۱	خب	-۲۴ ۵۷	۰۷ ۱۹	تاو-کلب اکبر NGC ۲۳۶۲
کوره‌ی A. کهکشانی درخشان، عضو اصلی خوشه‌ی کهکشانی کوره (۵۵ میلیون سال نوری)	۷′x۶′	۸/۸	ک	-۳۷ ۱۲	۰۳ ۲۳	NGC ۱۳۱۶ / کوره

جواهری درخشان به شکل تخم‌مرغ. (۹۸۰ سال نوری)	۶′x۴′	۹/۴		-۲۵ ۵۱	۰۳ ۳۳	NGC ۱۳۶۰ / کوره
یکی از بهترین مارپیچی‌های میله‌دار در آسمان	۱۰′x۶′	۹/۵	ک	-۳۶ ۰۸	۰۳ ۳۴	NGC ۱۳۶۵ / کوره
جفتی درخشان و کمتر رصدشده به رنگ آبی–سفید (۱۲۰ سال نوری)	۱۰″	۵/۸ ،۵/۳	س‌د	-۳۳ ۵۸	۱۵ ۵۷	کسی–گرگ
جواهراتی دوست‌داشتنی به رنگ‌های نارنجی واضح و آبی–سبز (۳۰۰ سال نوری)	۲۰″	۶/۷ ،۵/۲	س‌د	+۱۸ ۲۳	۱۲ ۳۵	۲۴–گیسوان برنیکه
گویی کم‌نور از ستاره‌های کوچک. برای لذت بردن از آن به تلسکوپ بزرگ نیاز است. (۶۵ هزار سال نوری)	۱۳′	۷/۷	خ‌ک	+۱۸ ۱۰	۱۳ ۱۳	M۵۳ / گیسوان برنیکه
کهکشان چشم سیاه. مارپیچی درخشان عالی با «چشمی» تیره. (۲۵ میلیون سال نوری)	۹′x۵′	۸/۵	ک	+۲۱ ۴۱	۱۲ ۵۷	M۶۴ / گیسوان برنیکه
نمونه‌ای مینیاتوری از کهکشان آندرومدا (۴۰ میلیون سال نوری)	۷′x۴′	۹/۵	ک	+۱۴ ۲۵	۱۲ ۳۲	M۸۸ / گیسوان برنیکه
معروف به «سحابی» گردابی. کهکشان مارپیچی شگفت‌انگیزی از روبه‌رو (۵۰ میلیون سال نوری)	۵′x۵′	۹/۸	ک	+۱۴ ۲۵	۱۲ ۱۹	M۹۹ / گیسوان برنیکه
مارپیچی روح‌مانندی از لبه با نواری از غبار تیره در استوا (۲۰ میلیون سال نوری)	۱۶′x۳′	۹/۶	ک	+۲۵ ۵۹	۱۲ ۳۶	NGC ۴۵۶۵ / گیسوان برنیکه
خوشه‌ی ستاره‌ای گیسو. خوشه‌ای عظیم و مه‌آلود (۲۷۰ سال نوری)	۲۷۵′	۱/۸	خ‌ب	+۲۶ ۰۰	۱۲ ۲۵	مِل ۱۱۱/گیسوان برنیکه
جفتی زیبا به رنگ سفید (۸۵ سال نوری)	۴″	۵/۲ ،۴/۲	س‌د	+۱۰ ۳۲	۱۵ ۳۵	دلتا–مار
نمونه‌ای شبیه دلتا–مار اما با فاصله‌ی بیشتر. زیبا و ساده در رصد (۱۴۰ سال نوری)	۲۲″	۵/۴ ،۴/۵	س‌د	+۰۴ ۱۲	۱۸ ۵۶	تتا–مار
رقیب خوشه‌ی M۱۳. گویی جذاب از ستاره‌ها (۲۵ هزار سال نوری)	۱۷′	۵/۸	خ‌ک	+۰۲ ۰۵	۱۵ ۱۹	M۵ / مار

M۱۶	۱۸ ۱۹	-۱۳ ۴۷	خب	۶/۰	۲۵′	سحابی عقاب و خوشه‌ی ملکه‌ی ستاره‌ها. مکان تصویر معروف ستون‌های آفرینش تلسکوپ فضایی هابل (۸۰۰۰ سال نوری)
IC ۴۷۰۳/مار			س‌ن	-	۵۳′x۲۸′	
IC ۴۷۵۶/مار	۱۸ ۳۹	+۰۵ ۲۷	خب	۴/۵	۷۰′	مجموعه‌ای عظیم و درخشان و پراکنده از ۸۰ ستاره (۱۴۰۰ سال نوری)
لاندا–مارَافسای	۱۶ ۳۱	+۰۱ ۵۹	س‌د	۴/۲، ۵/۲	۱/۵″	دوتایی درخشان و نزدیک به هم با تناوب ۱۳۰ سال. در تلسکوپ‌های کوچک همچون تخم‌مرغی کشیده و سفید به نظر می‌رسد.
۳۶–مارافسای	۱۷ ۱۵	-۲۶ ۳۶	س‌د	۵/۱، ۵/۱، ۶/۷	۵″، ۷۳۰″	جفت زیبا و نزدیک به هم با همدم‌هایی دور از هم. همه به رنگ نارنجی–طلایی (۱۸ سال نوری)
اُمیکرون=۳۹–مارافسای	۱۷ ۱۸	-۲۴ ۱۷	س‌د	۵/۴، ۶/۹	۱۰″	جواهرات دوست‌داشتنی نارنجی و آبی روشن
۶۱–مارافسای	۱۷ ۴۵	+۰۲ ۳۵	س‌د	۶/۲، ۶/۶	۲۱″	دوتایی نزدیک و زیبای سفید–نقره‌ای
۷۰–مارافسای	۱۸ ۰۶	+۰۲ ۳۰	س‌د	۴/۲، ۶/۰	۵″	دوتایی مشهور به رنگ‌های زرد و قرمز با تناوب ۸۸ ساله (۱۷ سال نوری)
M۱۰ / مارافسای	۱۶ ۵۷	-۰۴ ۰۶	خ‌ک	۶/۶	۱۵′	خوشه‌ی ستاره‌ای عظیم و همسایه‌ی نزدیک M۱۲، با جدایی فقط ۳ درجه (۱۸ هزار سال نوری)
M۱۲ / مارافسای	۱۶ ۴۷	-۰۱ ۵۷	خ‌ک	۶/۸	۱۵′	همراه با M۱۰ از بهترین خوشه‌های کروی موجود در مارافسای هستند. (۱۸ هزار سال نوری)
M۱۴ / مارافسای	۱۷ ۳۸	-۰۳ ۱۵	خ‌ک	۷/۶	۱۲′	خوشه‌ای به‌وضوح کم‌نورتر اما پُرستاره‌تر از M۱۰ و M۱۲ (۳۳ هزار سال نوری)
M۱۹ / مارافسای	۱۷ ۰۳	-۲۶ ۱۶	خ‌ک	۷/۲	۱۴′	خوشه‌ی کروی پَـخ. بیضوی‌ترین خوشه‌ی کروی شناخته‌شده (به‌سبب چرخش سریع) (۳۰ هزار سال نوری)
M۶۲ / مارافسای	۱۷ ۰۱	-۳۰ ۰۷	خ‌ک	۶/۶	۱۴′	به همراه M۱۰ درخشان‌ترین خوشه‌های کروی مارافسای‌اند. همسایه‌ی دوقلوی M۱۹ (۲۰ هزار سال نوری)

قرصی کوچک اما فشرده به رنگ آبی شبیه NGC ۶۲۱۰ در جاثی (۱۹۰۰ سال نوری)	″۱۲×″۱۵	۹/۰		۵۱ ۰۶+	۱۲ ۱۸	NGC ۶۵۷۲ / مارافسای
خوشه‌ای عظیم و درخشان و پراکنده از حدود ۶۰ ستاره به شکلی نامعمول (هزار سال نوری)	′۲۷	۴/۶	خب	۳۴ ۰۶+	۲۸ ۱۸	NGC ۶۶۳۳ / مارافسای
خوشه‌ی کندوی عسل تابستانی نامیده می‌شود. زیبا در دوربین دوچشمی (۱۳۰۰ سال نوری)	′۴۱	۴/۲	خب	۴۳ ۰۵+	۴۶ ۱۷	IC ۴۶۶۵ / مارافسای
جفت کمترشناخته‌شده، نزدیک به هم و دوست‌داشتنی به رنگ‌های طلایی و آبی-سبز (۲۰۰ سال نوری)	″۴	۵/۳، ۶/۹	س‌د	۱۸ ۳۰+	۱۲ ۰۲	یوتا-مثلث
کهکشان مثلث. مارپیچی بزرگ کم‌نور از روبه‌رو با بازوهای ظریف. هدفی زیبا در شب‌های تاریک (۳،۶۰۰،۰۰۰ سال نوری)	′۳۹×′۶۲	۵/۷	ک	۳۹ ۳۰+	۳۴ ۰۱	M۳۳ / مثلث
کفه‌ی جنوبی. دوتایی زیبای بافاصله در دوربین دوچشمی و تلسکوپ میدان باز (۶۵ سال نوری)	″۲۳۰	۲/۸، ۵/۲	س‌د	۰۲ ۱۶-	۵۱ ۱۴	آلفا-میزان
دوقلوهای زیبای سفید	″۱۲	۶/۵، ۶/۶	س‌د	۴۷ ۰۸-	۳۹ ۱۵	استروو ۱۹۶۲/میزان
جواهر جنوبی سفیدرنگ! (۱۲۰ سال نوری)	″۸	۳/۲، ¾	س‌د	۱۸ ۴۰-	۵۸ ۰۲	تتا-نهر
دوتایی دوست‌داشتنی زرد-نارنجی و سبز دریایی (۳۰۰ سال نوری)	″۷	۴/۸، ۶/۱	س‌د	۵۷ ۰۲-	۵۴ ۰۳	۳۲-نهر
جفت کم‌نور و شگفت کوتوله‌ی سفید و کوتوله‌ی سرخ با تناوب ۲۴۸ سال (۱۶ سال نوری)	″۸۳، ″۸	۴/۴، ۹/۵، ۱۱/۲	س‌د	۳۹ ۰۷-	۱۵ ۰۴	اُمیکرون-۲-نهر
عجیب‌ترین جرم آسمانی لاسِل. «ستاره‌ی دریایی آسمانی»! آبی-سبز	″۱۷×″۲۰	۹/۴		۴۴ ۱۲-	۱۴ ۰۴	NGC ۱۵۳۵ / نهر